KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013

PK. TEKNIK PRODUKSI MIGAS
PROSES PRODUKSI MIGAS

Compliant Tower (CT) (1500 to 3000 Ft)
Sea Star (SStar) (500 to 3500 Ft)
Floating Production Systems (FPS)

XI
SEMESTER 4

PROSES PRODUKSI MIGAS

SEMESTER 4

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Didalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didikserta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagaibahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta.

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus dilakukan peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajianbuku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

BAB I
TEKNIK SAMPLING

Pendahuluan

Pengambilan contoh atau lebih populer disebut sebagai „sampling" adalah suatu prosedur tertentu yang harus diikuti bila suatu substansi, bahan atau produk diambil untuk keperluan pengujian contoh yang representatif dari keseluruhannya.

Suatu substansi, bahan atau produk diambil contohnya untuk berbagai alasan tergantung pada kepentingannya :

- dalam penerimaan : untuk meyakinkan bahwa produk memenuhi spesifikasi.
- selama penyimpanan dan penanganan : untuk penjagaan serah terima dan penetapan harga, untuk memonitor kondisi dan kualitas produk.

Berbagai metode sampling standar dapat dipilih sesuai dengan tujuan dan kegunaan pengambilan contoh. Sedangkan bahan wadah (container, vessel) dan ukuran volume sangat tergantung pada jenis contoh yang akan diambil.

Menurut teknik pengambilannya sampling dibedakan menjadi :

- Manual Sampling

- Automatic Sampling

Menurut jenis fasa yang diambil maka substansi atau material yang diambil dapat berupa

- Fasa gas maupun fasa gas yang dicairkan
- Fasa cair
- Fasa padat

Menurut jenis produknya yang akan di sampling dapat dibedakan menjadi :

- Air (air bersih, air minum dalam kemasan, air buangan, air formasi)
- Gas (gas emisi , gas ambien, gas alam)
- Minyak bumi dan produknya, dll material.

Beberapa metode standar yang dipakai berkaitan dengan kegiatan pengambilan contoh minyak bumi dan hasil-hasilnya, antara lain :

- ASTM Standar :
    - D 3700 Practice for Containing Hydrocarbon Fluid Samples Using a Floating Piston Cylinder.
    - D 4057 Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products.
    - D 4306 Practice for Aviation Fuel Sample Contriners for Test Affected by Trace Contamination.
    - D 4177 Practice for Automatic Sampling of Petroleum and Petroleum Products.

- D 5842 Practice for Sampling and Handling of Fuels for Volatility Measurements.
- D 5854 Practice for Mixing and Handling of Liquid samples of Petroleum and Petroleum Products.

- Standar Pengukuran Minyak, API

- Standar GPA :

  - GPA Standard 2166-86, Obtaining Natural Gas Sample for Analysis by Gas Chromatography

SAMPLING GAS ALAM

Metode GPA 2166-96

1. Ruang Lingkup

Metode sampling ini dikhususkan untuk gas alam yang menggunakan kontainer vakum atau bertekanan, yang akan dibawa ke Laboratorium. Kontainer dipilih sedemikian rupa, sehingga komposisi gas tidak berubah selama tranportasi atau saat disimpan.

Prosedur sampling ini, digunakan untuk analisis komposisi gas alam cara kromatografi gas dan juga untuk maksud analisis yang lain. Khususnya diperuntukkan prosedur sampling yang disebut prosedur sampling wet gas alam, yaitu pada tekanan sampai 1100 psi. Dalam prosedur sampling ini tidak diuraikan cara sampling yang disebut dry gas alam, yaitu sampling yang dibatasi oleh adanya tekanan.

2. Garis Besar Metode

Sampel gas alam dipindahkan dari sumber ke dalam wadah sampel dengan salah satu metode berikut.

(a). Purging Procedure - Fill and Empty Method

(b). Purging Procedure - Controlled Rate Method

(c). Evacuation kontainer Procedure

Metode dipilih berdasarkan komposisi dari sampel, tekanan dan temperatur sumber sampel dan jenis peralatan yang digunakan. Metode sampling ini dikategorikan bukan sebagai jenis composite sample, akan tetapi sebagai spot sample, dimana sampel diambil dalam interval waktu.

Dimungkinkan bahwa, saat pengambilan sampel atau saat pengiriman sampel, akan terjadi kondensasi, oleh karena itu disarankan agar wadah sampel dipanaskan pada suhu 20 - 50 of lebih tinggi dari temperatur sumber.

3. Pemilihan Prosedur Sampling

Prosedur sampling dapat dipilih sebagai tercantum pada Tabel I. Diklasifikasikan atas dua jenis sampel gas alam, yaitu wet natural gas dan dry natural gas.

(a). Dry natural gas,

yaitu sampel gas alam yang tidak membentuk kondensat saat pendinginan, yang disebabkan adanya ekspansi dari tekanan sumber sampai tekanan atmosfer atau tekanan tertentu. Diklasifikasikan sebagai dry natural gas bila tekanan sumber kurang dari 400 psi.

(b). Wet natural gas,

yaitu sampel gas alam yang dapat membentuk kondensat saat pendinginan, yang disebabkan adanya ekspansi dari tekanan sumber sampai tekanan atmosfer. Diklasifikasikan sebagai wet natural gas bila tekanan sumber diatas 400 psi.

Dry Natural Gas

(a). Purging Procedure - Fill and Empty Method

Metode ini dipilih apabila temperatur wadah sampel sama dengan atau lebih besar dari temperatur sumber. Tekanan sumber harus lebih besar dari tekanan atmosfer.

(b). Purging Procedure - Controlled Rate

Metode ini dipilih apabila kondisinya sama dengan di atas.

(c). Evacuated Kontainer Procedure

Metode ini dipilih apabila tekanan sumber di atas atau dibawah tekanan atmosfer dan temperatur sumber lebih besar atau lebih kecil dari temperatur wadah sampel.

(d). H_2O Displacemennt Procedure

Metode ini aplikatif pada kondisi yang sama dengan Evacuated Kontainer Procedure (c), tekanan sumber yang dapat diterima harus lebih besar dari tekanan atmosfer.

(e). Glycol Displacement Procedure

Aplikatif pada kondisi yang sama dengan H_2O Displacemennt Procedure

(f) Floating Piston Cylinder Procedure

Aplikatif pada kondisi yang sama dengan H_2O Displacemennt Procedure

Wet Natural Gas

(a). Purging Procedure - Fill and Empty Method

Metode ini dipilih apabila temperatur wadah sampel sama dengan atau lebih besar dari temperatur sumber. Tekanan sumber harus lebih besar dari tekanan atmosfer.

(b). Purging Procedure - Controlled Rate

Prosedur ini tidak disarankan untuk wet natural gas.

(c). Evacuated Kontainer Procedure

Prosedur ini dipilih apabila tekanan sumber 1100 psi atau dibawahnya. Temperatur sumber dapat lebih besar atau lebih kecil dari temperatur wadah sampel.

(d). Reduce Pressure Procedure

Prosedur ini dapat diaplikasikan pada kondisi sama dengan kondisi pada penggunaan prosedur Evacuated kontainer. Tekanan pengisian dibatasi satu sampai dengan tiga di atas tekanan sumber, rentang tekanan sumber antara 100 – 1100 psig.

(e). H_2O Displacement Procedure

Methoe ini aplikatif pada kondisi yang sama dengan Evacuated Kontainer Procedure, tekanan sumber yang dapat diterima harus lebih besar dari tekanan atmosfer.

(f). Glycol Displacement Procedure

Aplikatif pada kondisi yang sama dengan H_2O Displacemennt Procedure

(g) Floating Piston Cylinder Procedure

Prosedur ini tidak direkomendasikan untuk Wet Natural Gas kecuali bila silinder diberi grease yang tidak menyerab contoh.

4. Peralatan

(a). Wadah sampel

Digunakan wadah sampel dari metal, yang tahan terhadap korosi serta mempunyai faktor keselamatan yang tinggi. Disarankan wadah sampel dibuat dari stainlees steel, karena dapat mengurangi terjadinya adsorpsi permukaaan dari komponen hidrokarbon berat (heksana dan komponen yang lebih berat) dan juga untuk mengurangi terjadinya reaksi antara karbon dioksida dan wadah.

Wadah sampel mempunyai satu Valve atau dua Valve, hal ini tergantung pada prosedur sampling yang dipilih. Wadah sampel dan Valve harus mempunyai tekanan kerja, sama dengan atau lebih besar dari tekanan maksimum di tempat sampling, penyimpanan atau alat pembawa (transportasi) wadah sampel. Ukuran dari wadah sampel tergantung dari jumlah sampel yang diperlukan untuk uji laboratorium yang hendak dibuat.

Tabel I memberikan ukuran jumlah sampel minimum yang disarankan untuk uji laboratorium.

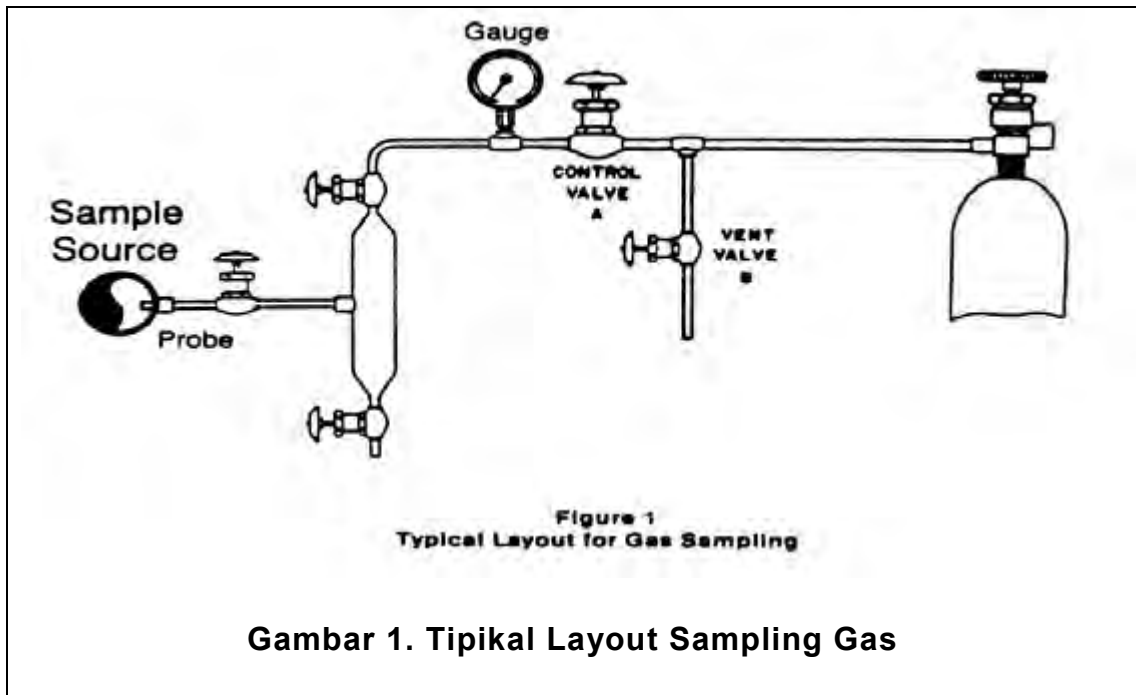
	Standard Cubic Centimeter	Standard Cubic Feet
Uji PVT	280 x 10^3	10
Analisis Fraksi Temperatur Rendah	140 x 10^3	5
Uji Kalorimeter untuk Heating Value	85 x 10^3	3
Analisis dengan Mass Spectrometer	280	0,01
Analisis dengan Kromatografi	280	0,01

(b). Sample Transfer Line

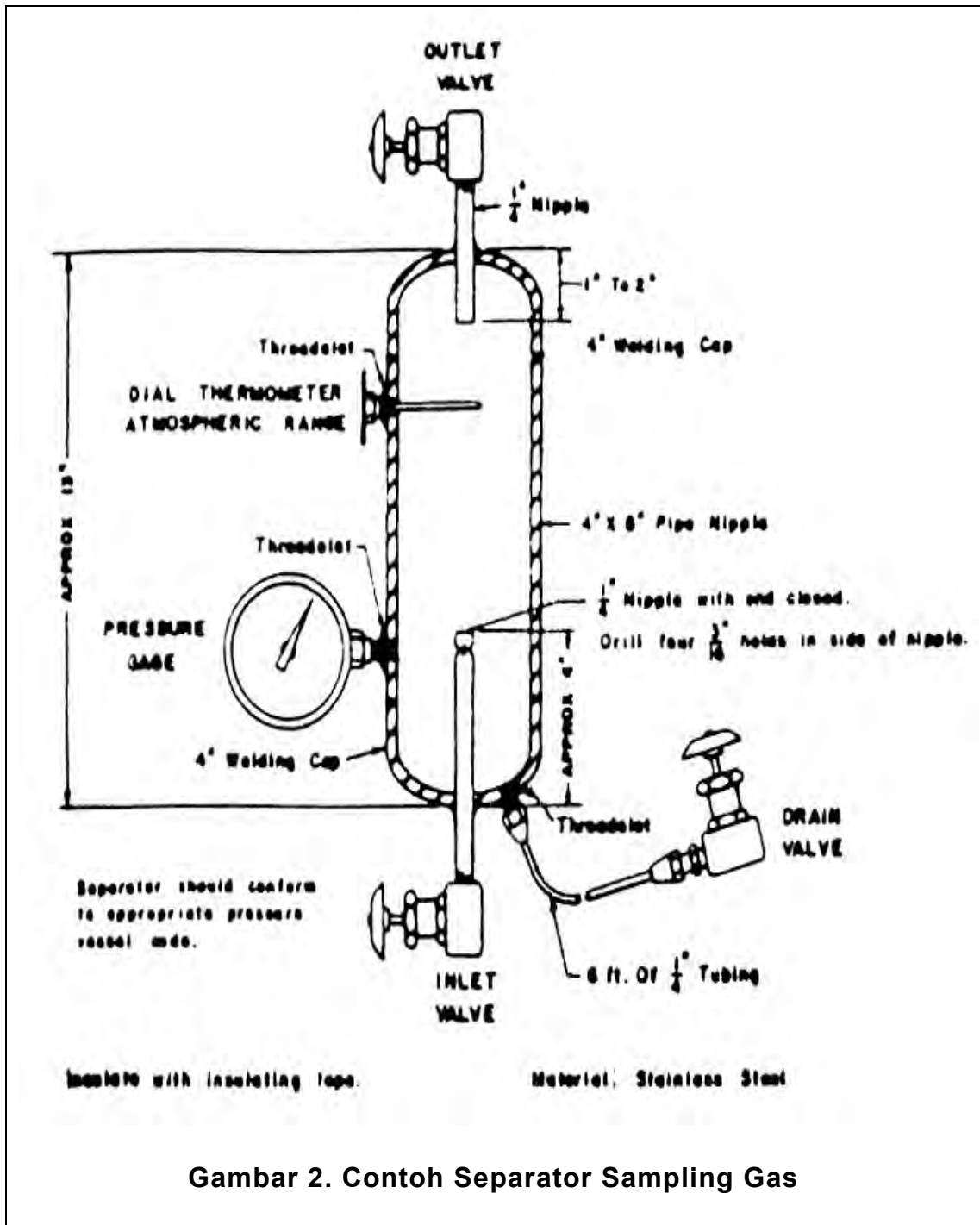
Sample transfer line berupa tubing yang dibuat dari stainless steel, steel, atau tembaga atau logam lain yang ulet, tidak reaktif terhadap sampel. Stainlees steel digunakan untuk tekanan di atas 1000 psi atau untuk gas yang mengandung H_2S.

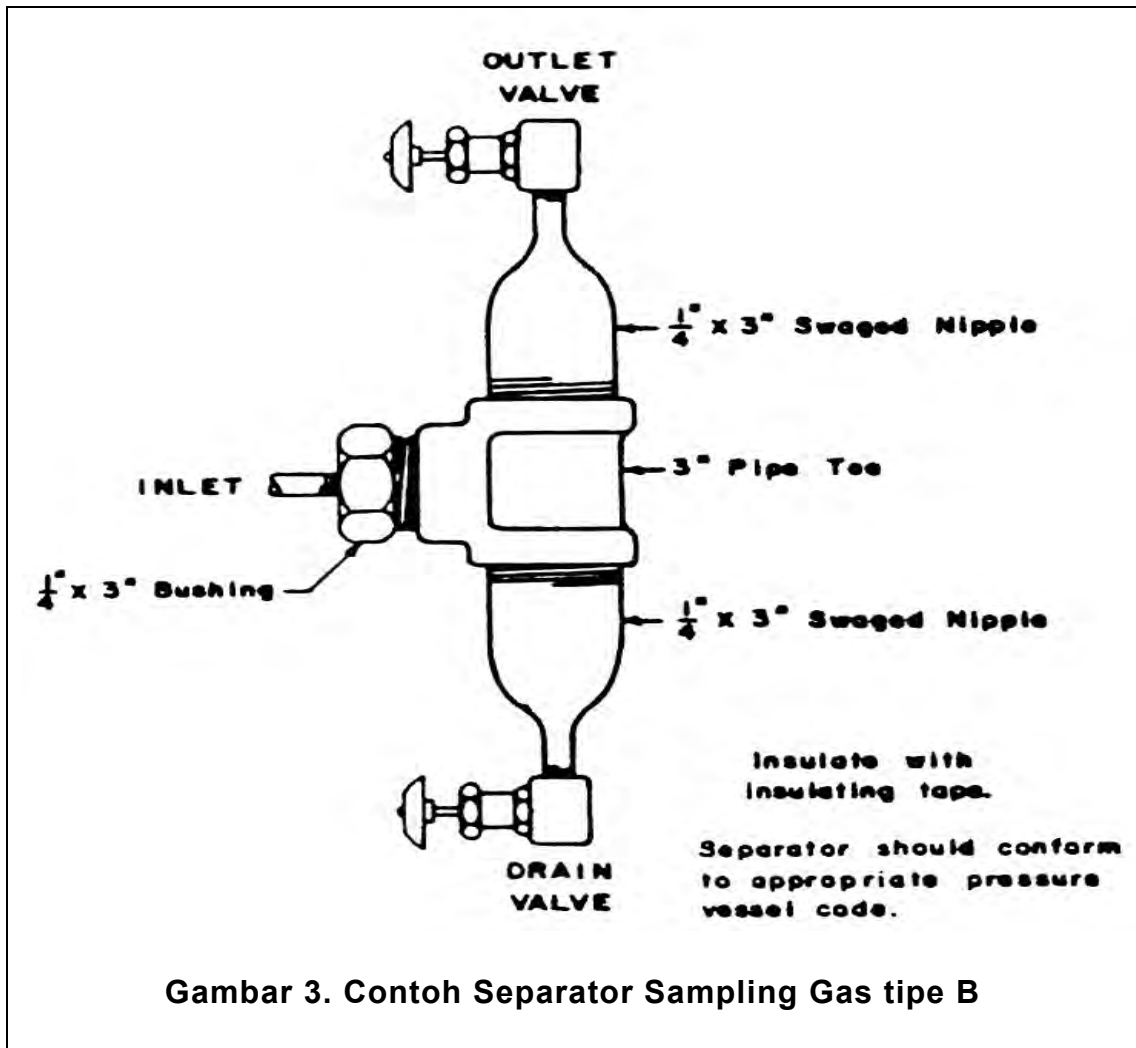
Dari Valve sumber sampling dihubungkan dengan wadah sampling yang dilengkapi dengan dua Valve yaitu Valve A dan Valve B, dimana Valve A dihubungkan langsung dengan wadah sampel (lihat gambar 1). Lebih praktis apabila sample line

pendek.

Gambar 1. Tipikal Layout Sampling Gas

(c). Sample Line Separator

Bila pada sample point (titik pengambilan sampel) terdapat cairan, maka liquid separator di tempatkan diantara sumber dan wadah sampel. Sebuah sinter metal filter (saringan sinter logam) juga dapat digunakan untuk menjaga partikel padatan keluar dari wadah sampel.

Untuk jelasnya, gas sampling separator seperti ditunjukkan pada gambar 2 dan 3. Separator didesain sesuai dengan kode vessel tekanan.

Gambar 2. Contoh Separator Sampling Gas

Gambar 3. Contoh Separator Sampling Gas tipe B

(d). Sampling Points

Perhatikan pemilihan tempat pengambilan sampel (sampling points). Untuk sampling gas, sampling points diambil di puncak pada- aliran horizontal, maksudnya untuk mengurangi terjadinya kontaminasi liquid.

Disamping itu, sampling points juga dapat diambil di bagian setelah posisi bangkok atau setelah diberi hambatan

(rintangan), maksudnya untuk mengurangi terjadinya kontaminasi liquid.

(e). Duplicate Samples

Apabila sampling ulangan sangat sulit atau tidak mungkin, disarankan untuk mengambil sampel duplikasi. Duplikasi sampel dilakukan dengan menggunakan Wadah sampel yang dipasang paralel dan kemudian di isi bersamaan.

(f). Preparasi Wadah Sampel

Sebelum sampling, wadah sampel harus dibersihkan, terutama untuk sampel yang berupa senyawa hidrokarbon cair. Keberadaan lapisan minyak, grease, atau sludge dapat dibersihkan dengan purging dengan steam, langsung dicuci dengan larutan detergent panas, atau dicuci dengan solvent dan kemudian dikeringkan.

5. Prosedur Sampling

A. Purging - Fill and Empty Method (Peralatan pada gambar 4.)

Hubungkan tubing Extention (panjang 2-4 ft) yang dilengkapi Valve buang (Valve 4) dengan outlet Valve wadah sampel

(Valve 3). Cara ini disarankan untuk menghilangkan kemungkinan terdapatnya kondensat hidrokarbon berat dalam outlet Valve wadah sampel.

Selanjutnya lakukan prosedur sampling dengan cara sebagai berikut :

1) Buka Valve pada sampling point dan bersihkan kotoran-kotoran yang terkumpul.

2) Hubungkan ujung wadah sampel lewat sistem sampling dengan sumber gas. Wadah sampel harus berada pada posisi tegak.

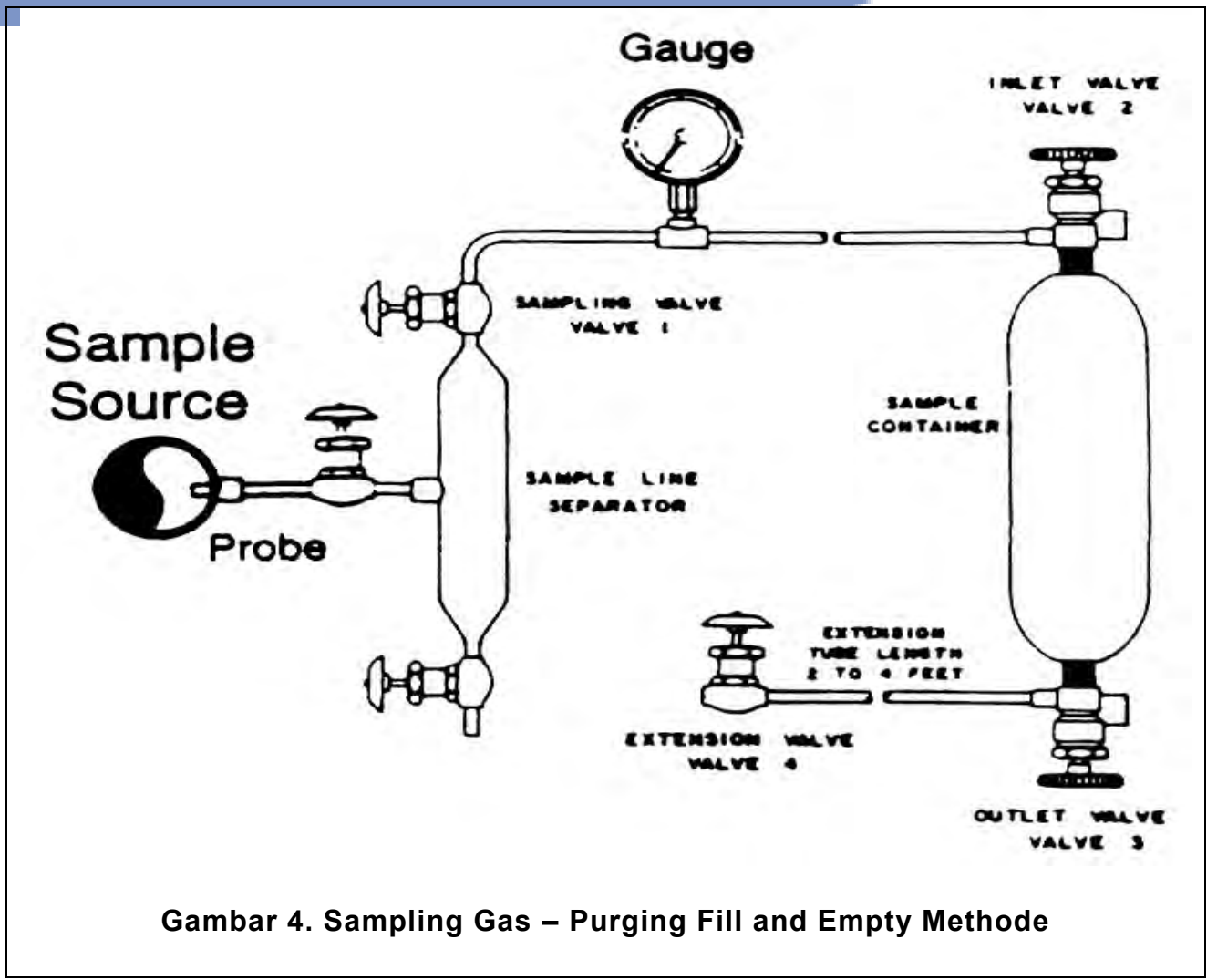
3) Alirkan sampel gas lewat aliran sampel dan wadah sampel pelan-pelan, maksudnya untuk menghilangkan udara (Walve 2, 3 dan 4 dibukan penuh dan Valve 1 dibuka sediki t) .

4) Tutup Valve pada extension line (Valve 4) dan biarkan tekanan menaik sampai mencapai tekanan wadah sampel.

5) Tutup inlet Valve wadah sampel (Valve 2) dan buka pelan-pelan lobang wadah sampel lewat Valve extension tube (Valve 4) sampai tekanan atmosfer. Kemudian buka inlet Valve wadah sampel (Valve 2).

6) Ulangi step (4) dan (5). Pada Tabel II diberikan berapa ulangan step (4) dan (5) harus dilakukan, yaitu pembilasan (purge) wadah sampel yang efektif sehingga benar-benar diperoleh sampel yang representatif.

Tabel II

Tekanan Gas Maksimal Dalam Kontainer, psig	Jumlah Putaran Purging
15 - 30	13
30 - 60	8
60 - 90	6
90 - 150	5
150 - 500	4
> 500	3

Gambar 4. Sampling Gas – Purging Fill and Empty Methode

(7). Dengan pressure gage pada sampling manifold ditunjukkan besarnya tekanan wadah sampel. Buka sedikit Valve sample (Valve 1) dan buka sedikit pula Valve extension Valve (Valve 4), dengan inlet Valve pad a wadah sampel dibuka lebar-lebar, hal ini dimaksudkan untuk memperoleh tekanan sampling yang diinginkan dan kecepatan alir ke wadah sampel.

Catatan: Bila tekanan wadah sampel sama dengan tekanan sumber gas, maka Valve sampel (Valve 1), dibuka lebar-lebar.

(8). Lanjutkan pengaliran sampel selama 30 menit. Amati terdapatnya sediki t cairan pada Valve huang extension tube (Valve 4). Bila terlihat terdapat cairan, huang sampel.

(9). Bila tidak terdapat cairan pada Valve 4, tutup secara bersamaan antara valve wadah sampel dan valve extension tube (Valve 1 dan Valve 4). Hal ini dilakukan apabila tekanan wadah sampel telah mencapai yang diinginkan.

(10). Catat tekanan wadah sampel. Tutup inlet valve dan outlet valve wadah sampel.

Catatan : Bila dikehendaki lebih dari satu wadah sampel maka harus di isi dalam waktu yang sama dan dengan menggunakan manifold.

(11) Pindahkan wadah sampel dan tes yaitu dengan mencelupkan valve di dengan menggunakan larutan pendeteksi, selanjutnya valve disumbat adanya kebocoran dalam air, atau kebocoran.

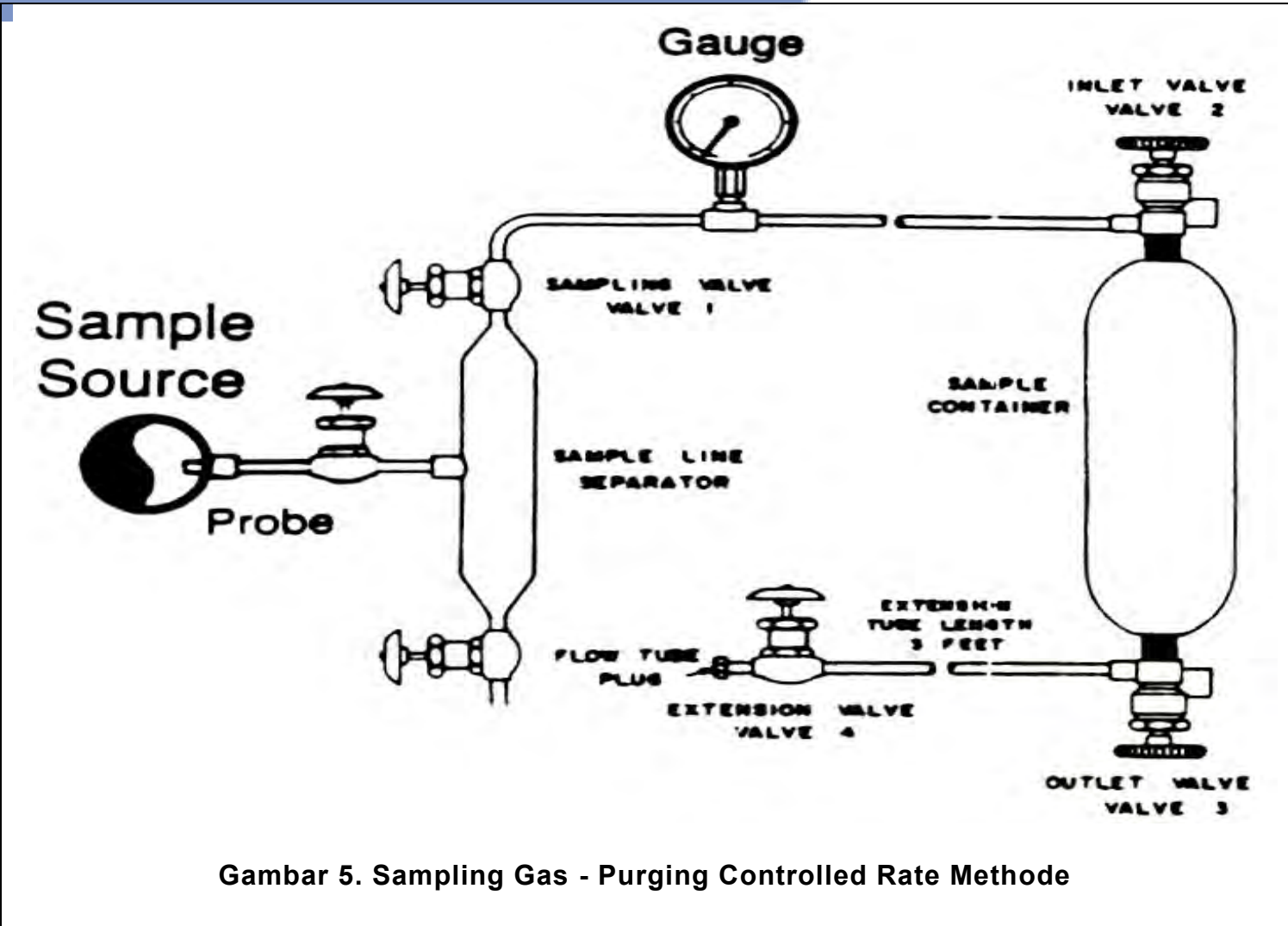
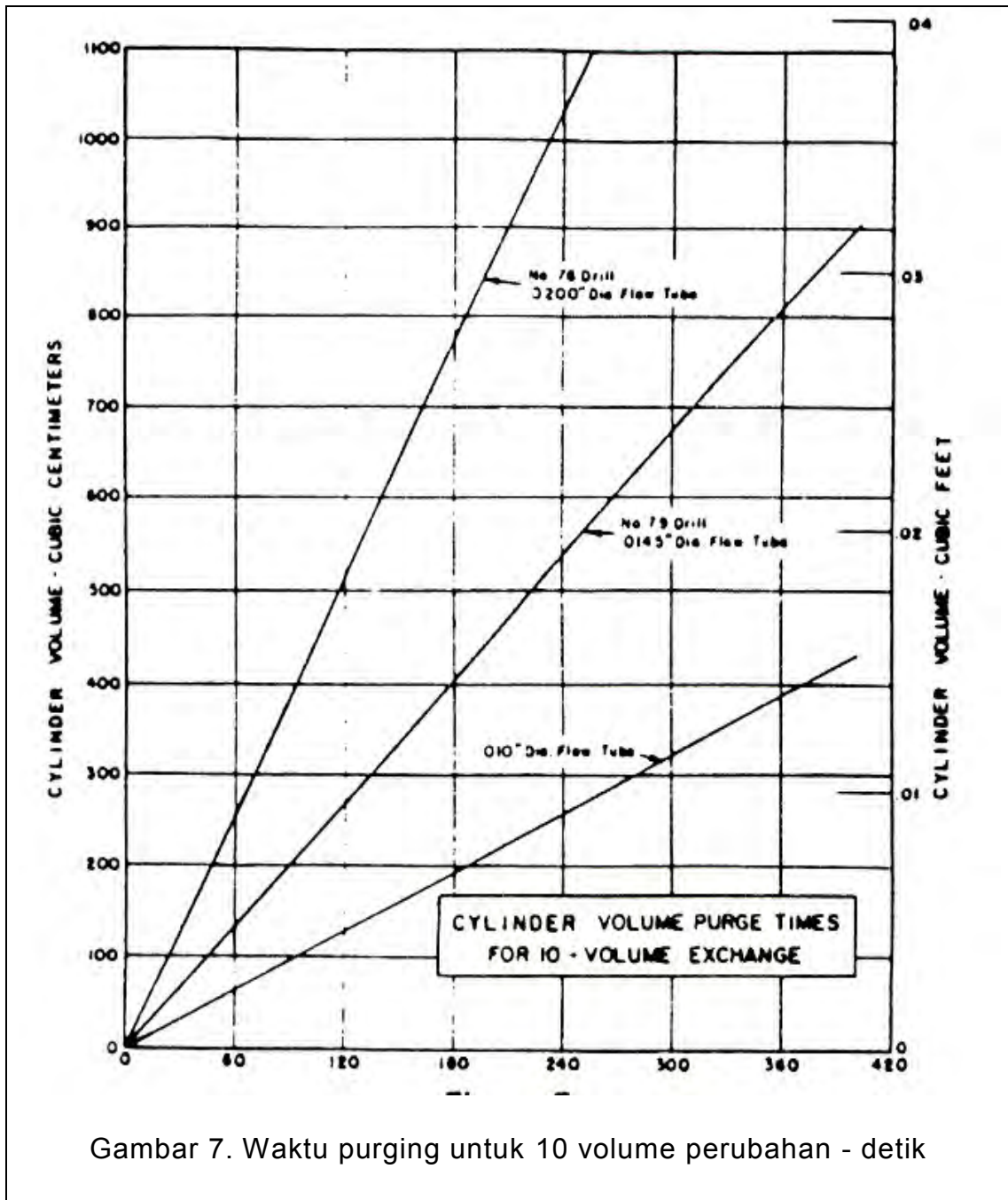
B. Purging Controlled Rate Methode

Susunan peralatan seperti terlihat pada gambar 5.

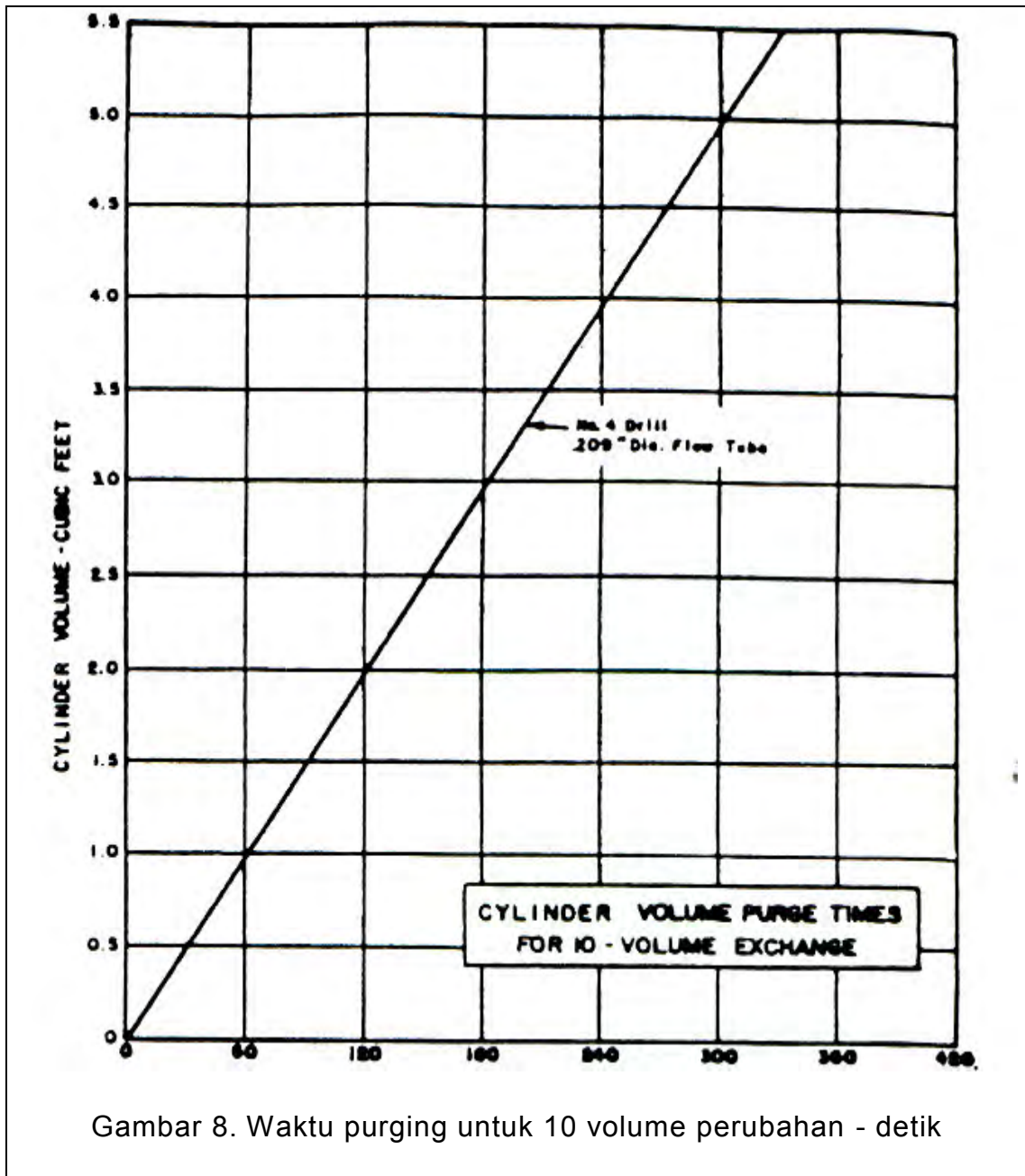
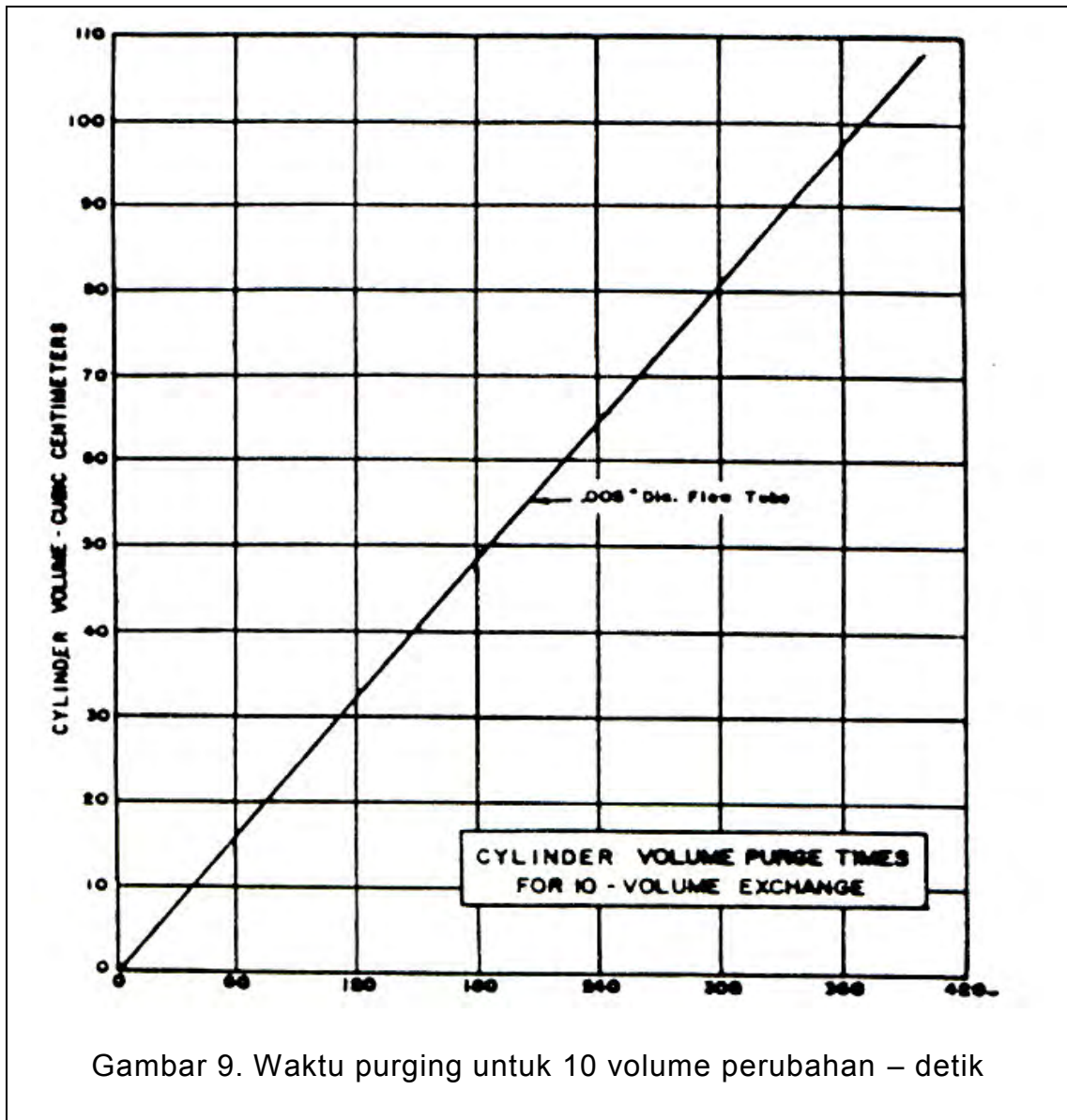
Prosedur untuk sampling dengan metode ini adalah :

1) Buka sampling valve dan bersihkan kotoran-kotoran yang terkumpul disitu.
2) Susun wadah sampel sesuai dengan gambar 5
3) Pasang tubing tembaga atau yang lain sepanjang 3 dan valve 4.
4) Tutup semua valve
5) Buka penuh pelan-pelan valve sampling (valve 1)
6) Buka pelan-pelan inlet valve wadah sampel (valve 2)
7) Buka penuh (valve 3) pelan-pelan valve outlet wadah sampel
8) Buka penuh pelan-pelan valve extension tube (valve 4)
9) Aliran pada cara ini untuk waktu tertentu seperti ditunjukkan pada gambar 7,8 atau 9
10) Tutup semua valve dengan urutan-urutannya berkeba-

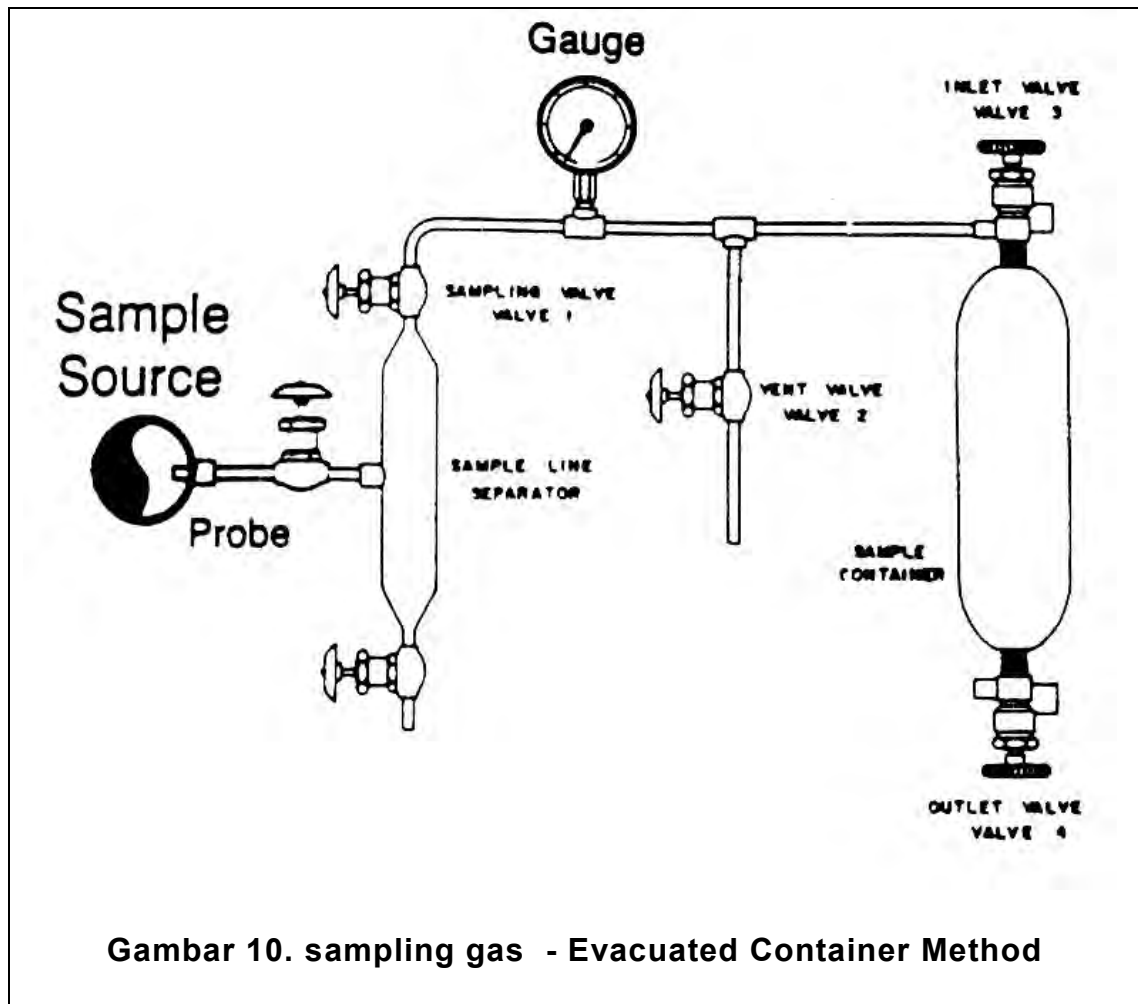
likkan dengan cara saat memulai

11) Pindahkan wadah sampel dan tes kebocoran yaitu dengan mencelupkan valve di dalam air atau dengan menggunakan larutan pendeteksi kebocoran. Selanjutnya valve disumbat.

Gambar 5. Sampling Gas - Purging Controlled Rate Methode

Gambar 7. Waktu purging untuk 10 volume perubahan - detik

Gambar 8. Waktu purging untuk 10 volume perubahan - detik

Gambar 9. Waktu purging untuk 10 volume perubahan – detik

C. **Evacuated Container Method**

Susunan peralatan ditunjukkan pada gambar 10.

Gambar 10. sampling gas - Evacuated Container Method

Prosedur sampling cara evacuated kontainer method adalah sebagai berikut :

1) Evakuasikan wadah sampel sampai tekanan 1 mm Hg atau dibawahnya. (Gunakan cylinder yang mempunyai fasilitas evakuasi dan teruji dalam keadaan vakum). Sebelum digunakan, kevakuman dapat di tes dengan suatu vacuum gage.

Catatan : Sebagai alternatif untuk cylinder evakuasi, cylinder dapat diisi sampai tekanan positif dengan gas iner dalam teknik analisis yang digunakan. Gas yang dapat digunakan adalah gas hidrogen atau helium. Kandungan udara dalam wadah sampel dapat dikurangi sampai harga terendah dengan purging dengan menekan gas atau dengan evakuasi dan diisi dengan gas penekan. Kandungan gas penekan dapat digunakan untuk modifikasi pada metode analisis.

2) Buka valve pada sampling point dan bersihkan kotoran yang terkumpul di titik itu.

3) Pasang wadah sampel sebagai ditunjukkan pada gambar 10. Untuk purging, kendorkan hubungan inlet valve wadah sampel (valve 3) sedemikian sehingga terjadi aliran purging dari sample line sampai inlet valve wadah sampel.

4) Lakukan purging pelan-pelan ke sample line dengan gas untuk mengusir udara dengan membuka sebagian dari vent valve (Valve 2) dan sampling valve (Valve 1) sehingga sampai gas mengalir dalam sample line dan keluar pad a inlet valve wadah sampel dan keluar dari vent valve (Valve 2).

   Selanjutnya, kencangkan hubungan pada inlet valve wadah sampel dan tutup sampling valve (Valve 1). Biarkan tekanan sample line menjadi tekanan atmosfer dan kemudian tutup vent valve (Valve 2).

5) Buka penuh sampling valve (Valve 1) dan buka pelanpelan inlet valve wadah sampel (Valve 3), biarkan terjadi kenaikkan tekanan sampai tekanan sumber atau sedikit dibawahnya. Terdapatnya kondensat dapat dihindari apabila sampling dilakukan pada tekanan lebih rendah dari tekanan sumber.

6) Tutup inlet valve wadah sampel (Valve 3) dan sampling valve (Valve 1). Buka vent valve (Valve 2) untuk membebaskan tekanan dalam sample line.

7) Pindahkan wadah sampel dan tes kebocoran dengan mencelupkan valve di dalam air atau dengan menggunakan larutan pendeteksi kebocoran.Lakukan penyumbatan valve.

STANDAR PRAKTEK SAMPLING HIDROKARBON CAIR

Floating Piston Cylinder, ASTM D. 3700-94

1. Ruang Lingkp

Metode ini didiskripsikan untuk mendapatkan sampel hidrokarbon cair yang homogen untuk analisis laboratorium

Pada metode ini tidak merekomendasikan penempatan titik pengambilan sampel.

2. Garis besar metode

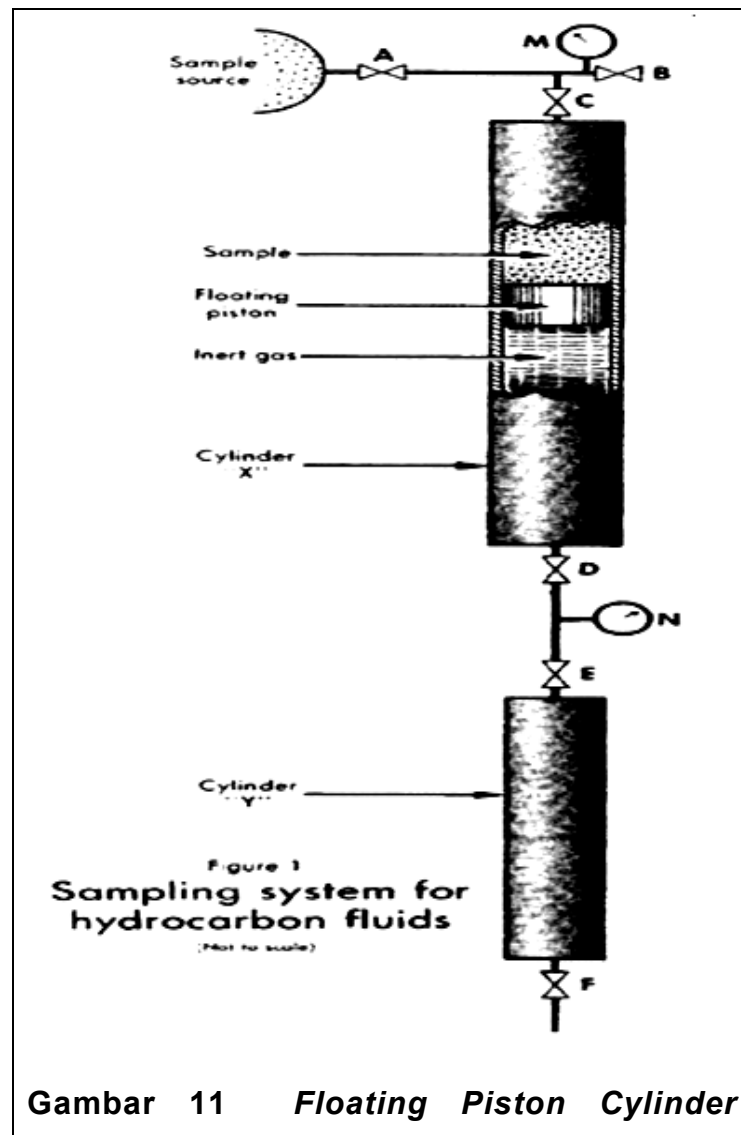
Suatu sampel hidrokarbon cair dipindahkan di bawah tekanan dari piston yang ada dalam silinder. Silinder berpiston ini didisain untuk menempatkan gas *iner* yang bertekanan. Piston juga berfungsi sebagai pembatas antara gas *iner* dan sampel, sehingga pada waktu sampel berbentuk cairan yang bertekanan masuk, tidak ada ruangan yang kosong yang dapat digunakan untuk proses penguapan (ekspansi) sampel.

3. Peralatan

1) Kontainer seperti terlihat pada gambar 11, yang terdiri dari tubing logam yang sudah dihaluskan bagian dalam maupun luarnya, Silinder ini didesain dapat menahan tekanan maksimum pada waktu sampling dan tahan terhadap korosi. Volume silinder tergantung pada volume sampel yang dibutuhkan.

2) Silinder berisi piston yang dapat bergerak dan dilengkapi ring piston yang terbuat dari TFE (*Tetra Fluoro Carbon*). Ring piston ini harus tahan terhadap keberadaan sampel.

3) Pipa transfer, Valve dan pengukur tekanan (manometer)

Gambar 11 ***Floating Piston Cylinder***

(Welker)

4) Prosedur Sampling

Prosedur ini digunakan untuk sampel hidrokarbon cair cair.

- Isi silinder dengan gas iner melalui kerangan D hingga tekanan pada silinder mencapai kira-kira 10 Psi di atas tekanan sampel pada titik sampel, kemudian tutup kerangan D.
- Sambungkan silinder piston dengan tempat sampling, tutup kerangan B dan C, lakukan purging pada pipa aliran sampling ke silinder dengan membuka kerangan B perlahan. Kemudian ganti arah aliran ke silinder dengan membuka kerangan C yang menuju ke silinder pelan-pelan tutup kerangan B, sambil mengamati tekanan pada manometer ada di ujung silinder yang lain.
- Buka kerangan C masukan sampel sampai penuh sambil mengeluarkan gas inner dengan membuka kerangan D pelan-pelan menuju ke silinder gas inner.
- Yakinkan semua gas *iner* yang ada dalam silinder sampel sudah keluar dan digantikan dengan cairan hidrokarbon, (perhatikan tekanan pada manometer jaga jangan sampai turun), silinder sampel sekarang telah terisi 80 % karena dikurangi dengan volume piston.
- Kemudian tutup semua kerangan dan lepaskan silinder dari sumber sampel dan silinder gas *iner*.

- Sampel siap untuk dianalisis.

STANDAR PRAKTEK UNTUK SAMPLING LPG

ASTM D 1265-97

1. Ruang Lingkup

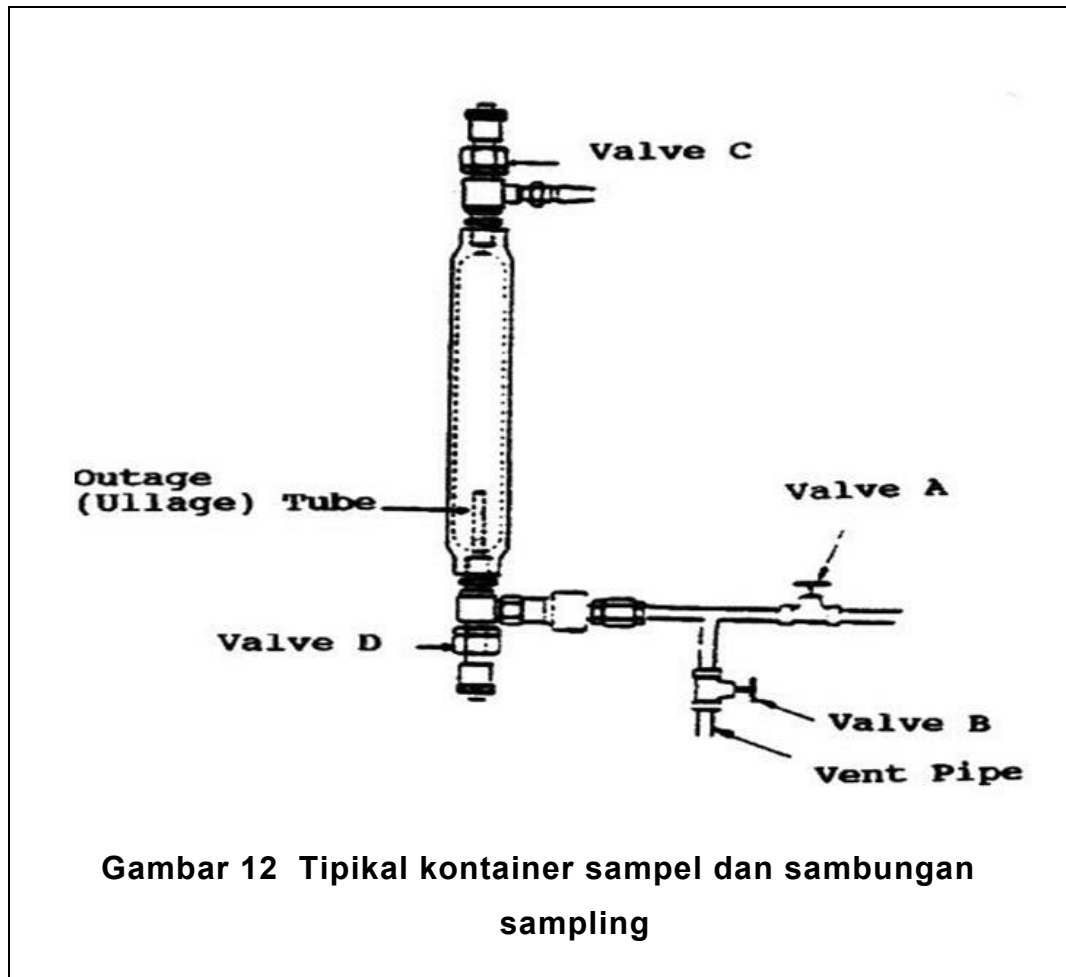
Metode ini dapat digunakan untuk mendapatkan sampel yang representatif pada sampling LPG seperti Propana, Butana atau campuran, untuk analisis di laboratorium. Sampel yang diperoleh dapat digunakan untuk tes rutin di laboratorium kecuali untuk metode uji ASTM D 2163 yaitu analisis komposisi.

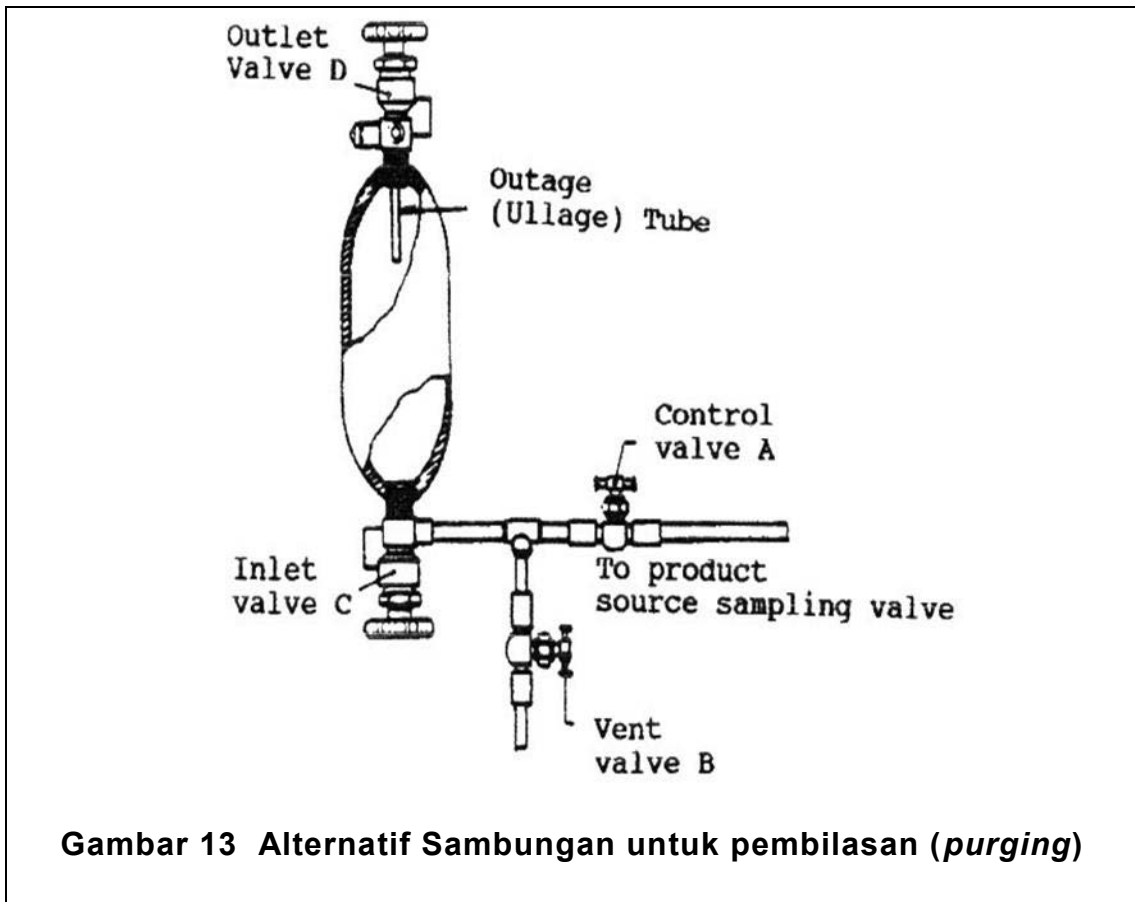
2. Garis besar metode

Sampel dipindahkan dari sumber dengan cara bilas dulu silinder dengan sampel , kemudian isi silinder sampling dengan sampel.

3. Peralatan

- Kontainer Sampel, dibuat dari logam yang dapat memberikan keamanan maksimum dan tahan terhadap korosi serta dilengkapi kerangan pada ujung-ujungnya.. Material yang cocok berupa logam tahan karat (*stainless steel*). Lebih jelas dapat dilihat pada gambar 12.
- Pipa transfer sampel, terbuat dari logam tahan karat atau logam lentur lainnya, yang dilengkapi dengan kerangan dan sambungan-sambungan pipa.

Gambar 12 Tipikal kontainer sampel dan sambungan sampling

4. Prosedur

Sambungkan ujung dari pipa transfer dengan kerangan titik sampling dan kerangan C masukan pada silinder. Tutup kerangan kontrol A, kerangan B dan kerangan C , lihat pada gambar 13. Bilas pipa sambungan dengan membuka kerangan A dan B.

Gambar 13 Alternatif Sambungan untuk pembilasan (*purging*)

Pembilasan kontainer sample:

Jika identitas sampel tidak diketahui, gunakan prosedur pembilasan sebagai berikut :

- Sambungkan kerangan D pada pipa transfer pada posisi vertical dan kerangan C berada diatas.Gambar 13
- Tutup kerangan B,C dan D. Buka Keragan A dan kemudian kerangan C dan D. Isi sampel kontainer sampai cairan keluar dari kerangan C. Tutup kerang C dan D kemudian kerangan A yang ada di pipa transfer .

- Longgarkan sambungan dengan pipa jaringan dengan silinder dan putar 180 ^{o}, buka kerangan C dan D dan keluarkan cairan.

- Kembalikan keposisi semula yaitu kerangan C ada di atas dan kuatkan sambungan dan lakukan hal ini minimal 3 kali.

Jika identitas sampel diketahui :

Seperti pada gambar 13 kerangan D berada di atas, tutup kerangan B dan buka kerangan A , buka kerangan masukan C dan masukkan sampel ke dalam silinder perlahan . kemudian tutup kerangan A dan sampel yang telah menjadi uap dikeluarkan melalui kerangan D. dan lakukan pembilasan ini minimal 3 kali.

5. Pemindahan Sampel

Posisi silinder seperti pada gambar 13, kerangan D berada di atas. Kerangan C dan D ditutup. Tutup kerangan B dan buka kerangan A buka keranganan C dan isi silinder dengan sampel , kemudian tutup kerangan masukan C dan buka kerangan B dan tutup kerangan sumber sampel A. Lepaskan silinder dari sistem, dan periksa apakah ada kebocoran.

6. Penempatan sampel

Simpan silinder yang berisi sampel pada tempat yang dingin, tempatkan sampai analisis lengkap.

2.1 Ruang Lingkup

Mencakup prosedur secara manual untuk memperoleh contoh yang mewakili (representative) dari produk minyak yang berupa cairan, semi-cairan atau padatan yang mempunyai tekanan uap pada kondisi ambien dibawah 101 kPa (14,7 psia).

Ringkasan prosedur sampling dan penggunaannya disajikan dalam Tabel 1.

TABLE 1. Typical Sampling Procedures and Applicability

Application	Type of Container	Procedure
Liquids of more than 13.8 kPa and not more than 101 kPa (14.7 psia) RVP	storage tanks, ship and barge tank cars, tank trucks	bottle sampling thief sampling
Liquids of 101 kPa (14.7 psia) RVP or less	storage tanks with taps	tap sampling
Bottom sampling of liquid of 13.8 kPa (2 psia) RVP or less	storage tanks with taps	tap sampling
Liquids of 101 kPa (14.7 psia) RVP or less	pipe or lines	pipeline sampling
Liquids of 13.8 kPa (2 psia)	storage tanks, ships,	bottle

RVP or less	barges	sampling
Liquids of 13.8 kPa (2 psia) RVP or less	free or open-discharge stream	dipper sampling
Liquids of 13.8 kPa (2 psia) RVP or less	drums, barrels, cans	tube sampling
Bottom or thief sampling of Liquids of 13.8 kPa (2 psia) RVP or less	tank cars, storage tanks	thief sampling
Liquids and semi-liquids of 13.8 kPa (2 psia) RVP or less	free or open-discharge stream; open tanks or kettles with open heads; tank cars, tank trucks drums	dipper sampling
Crude petroleum	storage tanks, ships, barges, tanks, tank cars, tank trucks, pipelines	automatic sampling thief sampling bottle sampling tap sampling
Industrial aromatic hydrocarbon	storage tanks, ships, barge tanks	bottle sampling
Waxes, solids bitumens, other soft solid	barrels, cases, bags, cakes	boring sampling

Petroleum coke, lumpy solids	freight cars, conveyor, bags, barrels, boxes	grab sampling
Greases, soft waxes, asphalt	kettles, drums, cans, tubes	grease sampling
Asphaltic materials	storage tanks, tank cars, lines, packages	.....
Emulsified asphalts	storage tanks, tank cars, lines, packages	......

2.2 Ringkasan Metode

- Petunjuk ini memberikan prosedur secara manual untuk memperoleh contoh minyak bumi dan produknya yang berupa cairan, semi-cair atau padat dari suatu tanki, pipa, drum, tong (barrel), kaleng, tabung, kantong, dan tempat terbuka.
- Standar ini ditujukan secara rinci faktor-faktor yang diperlukan yang harus dipertimbangkan dalam memperoleh contoh yang representatif. Pertimbangan ini meliputi uji analitik yang akan diadakan terhadap contoh, tipe wadah contoh yang akan digunakan dan beberapa instruksi khusus yang diperlukan untuk material khusus yang akan diambil.

2.3 Hal yang Perlu Diperhatikan

- Uji sifat fisika dan kimia

  Pengujian sifat fisika dan sifat kimia yang akan dilakukan terhadap contoh akan menentukan prosedur sampling, jumlah sample yang diperlukan dan beberapa kebutuhan handling.

- Urutan sampling

  Untuk menghindari kontaminasi kolom minyak selama sampling, dianjurkan untuk sampling dimulai dari atas kebawah dengan urutan : surface, top, upper, middle, lower, outlet, clearance,oil-level bottom dan running sample.

- Kebersihan peralatan

  Semua peralatan yang akan digunakan harus bersih. Adanya material yang tertinggal pada peralatan sampling akan merusak karakter contoh.

- Pemindahan contoh

  Banyaknya pemindahan contoh dari wadah yang satu ke lainnya antara kegiatan sampling dan pengujian harus diminimalkan, karena akan mengakibatkan hilangnya HC ringan maupun kontaminasi, sehingga akan menghasilkan hasil uji yang salah.

- Sample storage & handling

  Kecuali bila harus dipindahkan, contoh harus dipertahankan tetap tertutup rapat untuk menghindari hilangnya komponen ringan. Contoh harus dijaga selama disimpan untuk mencegah terjadinya penguapan dan degradasi oleh sinar, panas maupun kondisi lainnya.

  Bila sample tidak homogen dan sebagian akan dipindahkan ke wadah lain, maka sample harus dilakukan pengadukan untuk meyakinkan bagian yang dipindahkan representatif.

2.4 Peralatan

- Alat pengambil contoh
- Botol Contoh (gelas atau plastik)
- Kaleng Contoh
- Penutup wadah contoh
- Gelas silinder atau peralatan ukur lain
- Peralatan lain yang bersih dan kering.

2.5 Terminologi

Beberapa istilah yang terkait dalam metode ini adalah :

1. ***Sample*** :

   satu bagian yang diambil/dipindahkan dari suatu volume total yang mungkin atau tidak mungkin mengandung konstituen (unsur pokok) dalam bagian-bagian yang sama yang ada dalam volume total tersebut.

2. ***Representative Sample*** :

   satu bagian yang diambil/dipindahkan dari suatu volume total yang mengandung konstituen (unsur pokok) dalam bagian-bagian yang sama yang ada dalam volume total tersebut.

3. ***Spot Sample*** :

satu contoh yang diambil pada lokasi tertentu dalam satu tanki atau dari satu pipa aliran pada waktu tertentu.

4. ***Sampling*** :

   seluruh langkah yang diperlukan untuk memperoleh satu contoh yang mewakili (representative) dari suatu pipa, tanki atau bejana lain, dan memindahkan contoh tersebut dalam satu wadah yang mana contoh uji yang mewakili dapat diambil untuk analisis.

5. ***Test Spicemen*** :

   contoh yang mewakili (representatif), yang diambil dari wadah contoh primer atau intermediate, untuk dianalisis.

6. ***Surface sample*** :

   spot sample yang disendok dari permukaan cairan dalam tanki.

7. ***Top Sample*** :

   spot sample yang diperoleh 15 cm (6 in) dibawah permukaan atas dari cairan.

8. ***Upper Sample*** :

   spot sample yang diambil dari pertengahan 1/3 bagian atas isi tanki (berjarak 1/6 kedalaman cairan dibawah permukaan cairan).

9. ***Middle Sample*** :

   spot sample yang diambil dari pertengahan isi tanki (berjarak 1/2 kedalaman cairan dibawah permukaan cairan).

10. ***Lower Sample*** :

spot sample yang diambil dari pertengahan 1/3 bagian bawah isi tanki (berjarak 5/6 kedalaman cairan dibawah permukaan cairan).

11.***Bottom Sample*** :

spot sample yang dikumpulkan dari material pada bagian dasar tanki, kontainer atau pipa aliran pada titik paling rendah.

catatan :

- terminologi tentang bottom sample sangat bervariasi.

- dianjurkan lokasinya ditetapkan secara pasti (misal 15 cm dari dasar tanki).

12.Outlet Sample

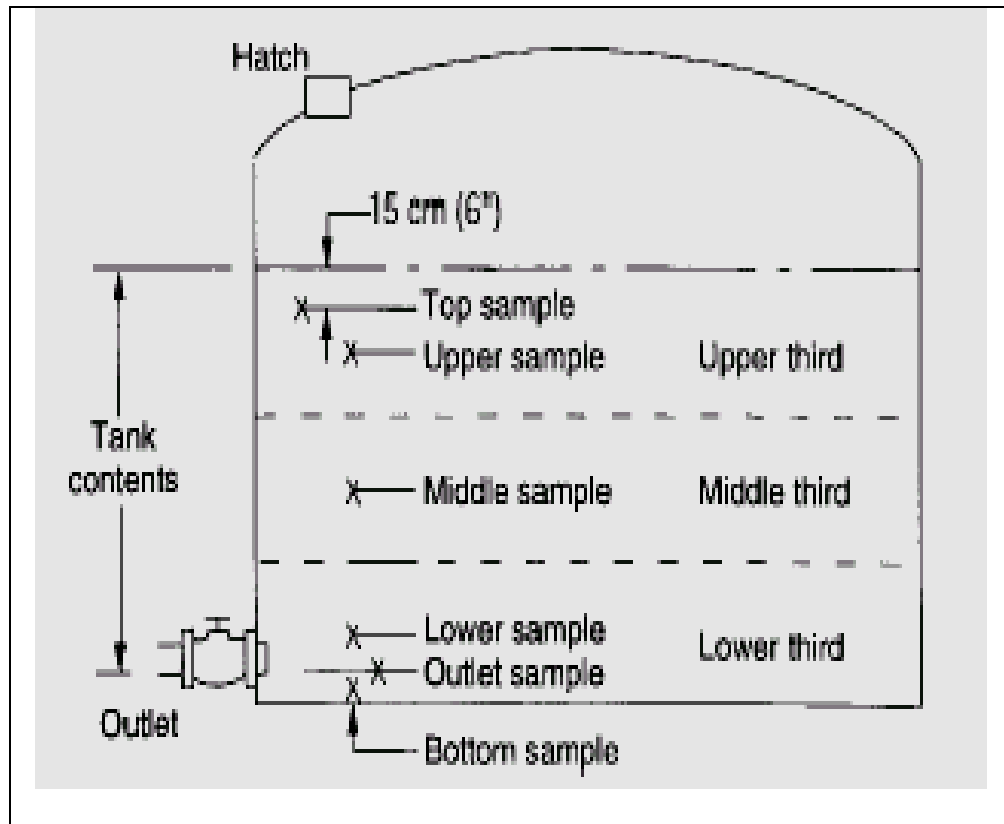
Spot sample yang diambil dari dasar tangki pada outlet tank untuk tipe fixed atau floating tank.

13.Clearence Sample

Spot sample yang diambil 10 cm (4 in) dibawah lobang pipa keluar (outlet tank)

14.Drain Sample

Sample yang diperoleh dari „water draw-off valve" pada tangki timbun

Catatan : Kadang-kadang drain sample sama dengan bottom sample untuk kasus pada tangki mobil

15.***All-level Sample*** :

contoh yang diperoleh dengan memasukkan beaker atau botol bertutup ke suatu titik sedekat mungkin dengan „draw-off level", kemudian membuka tutupnya dan menaikkannya pada kecepatan sedemikian sehingga diperkirakan 3/4 terisi saat keluar dari cairan.

16.***Running Sample*** :

contoh yang diperoleh dengan menurunkan beaker atau botol ke batas dari dasar „outlet connection" atau „swing arm" dan menaikkannya kembali ke bagian atas dari minyak pada kecepatan yang sama sehingga beaker atau botol kurang lebih terisi 3/4 ketika dikeluarkan dari minyak

17.***Composite Sample*** :

gabungan dari spot sample yang dicampur dalam perbandingan volume material dari spot sample yang telah diperoleh.

18.Tank Composite Sample

Gabungan yang dibuat dari upper, middle dan lower sample yang berasal dari satu tangki.

19.***Multiple Tank Composite Sample*** :

campuran dari contoh individu atau composite sample yang telah diperoleh dari beberapa tanki atau kompartemen kapal yang berisi material dengan grade yang sama.

20.***Boring Sample*** :

contoh dari material yang terkandung dalam suatu tong, kotak, kantong atau batang/balok yang diperoleh dengan melobangi material dengan suatu bor.

21.***Dipper Sample*** :

contoh yang diperoleh dengan menempatkan suatu „dipper" atau wadah pengumpul dalam celah dari suatu aliran untuk mengumpulkan sejumlah volume pasti pada interval waktu

tetapuntuk kecepatan alir konstan atau pada interval waktu bervariasi yang sebanding dengan kecepatan alir.

22. ***Grab Sample*** :

contoh yang diperoleh dengan mengumpulkan kuantitas sama dari bagian suatu pengiriman padatan

23. ***Grease Sample*** :

contoh yang diperoleh dengan menyendok/mengeduk atau „dipping‟ sejumlah kuantitas dari material lunak atau semi-cair yang terkandung dalam bungkus dengan cara yang representatif.

24. ***Tube Sample*** :

contoh yang diperoleh dengan suatu tabung pengambilan contoh atau pengambil khusus, baik sebagai suatu „core sample‟ maupun „spot sample‟ dari suatu titik khusus dalam tanki atau kontainer.

2.6 Instruksi Khusus untuk Material Khusus

- Crude Petroleum dan Residual Fuel Oil
  - Tank Sampling tidak dianjurkan, karena pada umumnya material tersebut tidak homogen.
  - Sangat dianjurkan dengan Automatic Sampling ASTM D 4177
- Gasoline dan Distillate Product
  - Material tersebut umumnya bersifat homogen

- Dapat dilakukan Tank Sampling

2.7 Instruksi Khusus untuk Pengujian Khusus

1. Distilasi ASTM D 86

   - teknik yang dianjurkan adalah prosedur Bottle / Beaker Spot Sampling
   - sebelum sampling bottle / beaker direndam dalam material yang akan diambil
   - setelah memperoleh contoh, secepatnya ditutup rapat dan disimpan dalam sistem pendingin pada suhu 0 sampai 4,5 ^{0}C (32 sampai 40 ^{0}F)

2. Vapor Pressure ASTM D 323

   - gunakan metode sampling ASTM D 5842

3. Oxydation Stability ASTM D 525, D 873

   - hindari kontaminasi dan terpaan sinar sewaktu pengambilan dan sample handling
   - untuk menghindari agitasi dengan udara yang akan mengakibatkan oksidasi, contoh jangan dituang, digoyang atau diaduk
   - wadah contoh: gunakan gelas coklat atau botol gelas jernih yang dibungkus
   - dianjurkan dengan teknik running sampling, karena contoh diambil secara langsung dalam botol. Hal ini memperkecil

kemungkinan absorpsi udara, kehilangan uap dan kontaminasi

- sebelum sampling botol dibilas dengan produk yang akan diambil

2.8 Prosedur Sampling (Umum)

1. Tindakan Pencegahan

- untuk memperoleh contoh yang representatif harus dilakukan dengan hati-hati dan aturan yang benar.
- Pada dasarnya uap minyak bersifat racun dan mudah terbakar, maka hindari menghirup uapnya dan adanya percikan bunga api

2. Sample Handling

- contoh-contoh yang sangat mudah menguap harus dijaga dari terjadinya penguapan
- pemindahan contoh dari peralatan sampling ke wadah contoh secara cepat
- setelah dikirim ke laboratorium, contoh yang mudah menguap harus didinginkan sebelum wadah contoh dibuka
- contoh yang sensitive terhadap sinar, seperti gasoline harus dijaga dalam wadah gelap jika pengujian meliputi parameter :

warna, ON, TEL Content, sludge forming characteristic, stability test

- container outage – wadah contoh tidak diisi secara penuh untuk ekspansi karena perubahan suhu dan memudahkan pada homogenisasi (mixing)

3. Sample Labeling

- secepatnya beri tanda dengan jelas dan titik mudah terhapus
- meliputi tanggal, waktu, nama petugas, nama dan nomor tanki, grade material, simbol standar dan lain-lain.

2.9 Tank Sampling

1. Spot Sampling Method

Kebutuhan spot sampling dapat dilihat pada tabel 4 dan lokasi (titik) sampling dapat dilihat pada gambar 1.

Tabel 4 : Spot Sampling Requirements

Tank Capacity/Liquid Level	Required Samples		
	Upper	Middle	Lower
Tank capacity less than or equal to 159 m^3 (1000 bbls)		x	
Tank capacity greater than 159 m^3 (1000 bbls)	x	x	x

Level $\leq$ 3 m (10 ft)		x	
3 m (10 ft) $<$ level $\leq$ 4.5 m (15 ft)	x		x
level $>$ 4.5 m (15 ft)	x	x	x

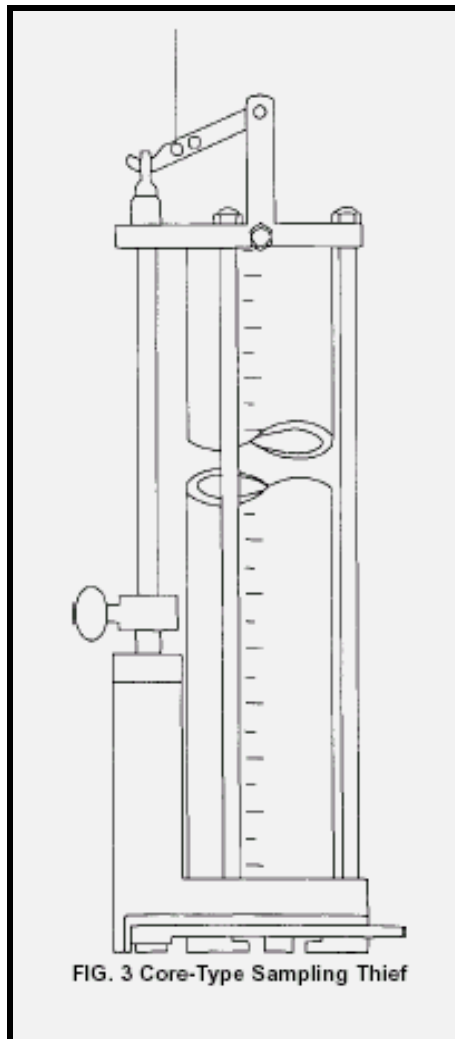
NOTE-When samples are require at move than one location in the tank, the samples shall be obtained beginning with the upper sample first and progressing sequentially to the lower sample.

- Core Thief Spot Sampling Procedure

Aplikasi :

Metode ini menguraikan alat untuk pengambilan contoh cair/liquid yang mempunyai RVP pada 101 kPa (14.7 psia) atau kurang dalam tangki penyimpanan, mobil tangki, truk tangki, kapal dan tangki apung.

Peralatan:

FIG. 3 Core-Type Sampling Thief

Prinsip Kerja :

- Periksa / yakinkan gelas ukur dan tempat contoh dalam keadaan bersih dan kering
- Periksa tinggi cairan dalam tangki, gunakan automatic gage atau pengukur outage measurement, jika diperlukan
- Periksa alat apakah layak dioperasikan

- Buka penutup bagian bawah dan atur posisi tali
- Turunkan alat sampai pada jenis sample yang diinginkan (lihat tabel 5). Setelah sampai lokasi jenis sample, tutup bagian bawah dari alat dengan menarik bagian yang kecil.
- Tarik kembali alat tersebut
- Jika sample hanya berisi setengah, tuang dalam tempat sample. Jika sample lebih dari satu lokasi, tukar sample dalam gelas ukur dan tuang dalam tempat sample
- Buang sisa sample yang tidak dikehendaki.
- Pasang penutup pada wadah sample dan pasang label pada wadah sample.
- Kirimkan wadah sample ke laboratorium atau pelbagai fasilitas untuk pencampuran dan analisis/percobaan

- Bottle / Beaker Spot Sampling

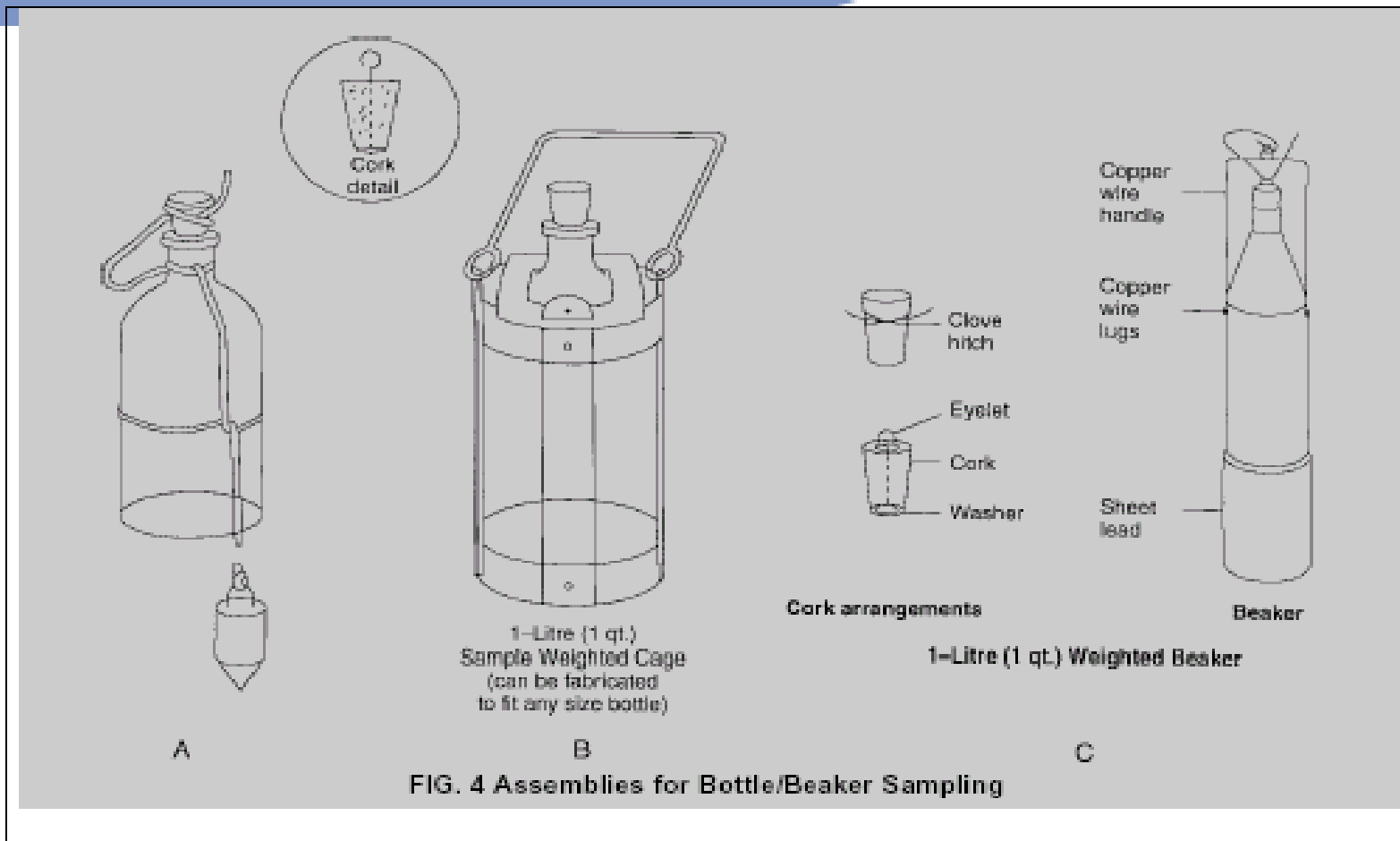
Aplikasi :

Prosedur sampling ini digunakan untuk sampling liquid (cairan) yang mempunyai RVP 101 kPa (14.7 psia) atau endapan yang ada dalam tangki-tangki penyimpanan, tangki mobil, tangki truk, kapal dan tangki-tangki perahu/tongkang. Padatan atau semi cairan bahkan cairan bisa juga disampling dengan menggunakan prosedur ini, yang

dilengkapi dengan cairan murni saat sampling. Untuk aplikasinya prosedur ini sering dipakai untuk sampling contoh-contoh seperti : premium, kerosine, avgas bahkan solar.

Peralatan :

- Botol atau beker
- Sebuah graduated cylinder & container
- Sangkar sampling yang terbuat dari metal atau plastik yang cocok untuk menempatkan kontainernya
- Material pemberat untuk menenggelamkan kontainer saat sampling
- Tali untuk memasukkan kontainer

FIG. 4 Assemblies for Bottle/Beaker Sampling

Prinsip Kerja :

- Cek botol / beker sampling, graduated cylinder dan kontainer harus bersih
- Pastikan estimet level cairan dalam tangki
- Ikatkan tali pemberat pada botol sample
- Sisipkan/tutupkan gabus pada ujung botol sample / beker
- Lakukan pengambilan sample seperempat botol
- Lalu bilas dan buang sample tersebut
- Kemudian mulailah lakukan sampling
- Beri label pada wadah sample
- Lakukan pengambilan sample kembali untuk keperluan laboratorium atau untuk keperluan lain untuk pencampuran atau untuk pengujian

2. Running / All-Level Sampling

Aplikasi :

Running dan All-Level sampling dapat digunakan untuk sampling cairan yang mempunyai RPV $\leq$ 101 kPa (14,7 psia) dalam tanki truk, shore tank, ship tank. Running dan All-Level sampling tidak perlu representatif karena volume tanki tidak proporsional terhadap kedalamannya dan karena operator tidak dapat menaikkan alat sampling pada kebutuhan kecepatan pengisian secara proporsional.

Peralatan

Botol atau beker pengambil contoh yang sesuai seperti ditunjukkan pada gambar 4, dilengkapi dengan tutup yang berdiameter 2 cm (¾ in).

Prosedur :

- Yakinkan bahwa botol sampling dan wadah contoh dalam keadaan bersih dan kering.
- Pasangkan pemberat pada botol atau pasangkan botol pada keranjang sampling (cage)
- Pada kecepatan yang seragam, turunkan rangkaian botol sampling sampai batas dasar atau outlet tangki, dan tanpa keraguan naikkan sehingga botol kira-kira terisi ¾ bagian saat keluar dari cairan.
- Pasangkan penutupnya dengan rapat, beri label dengan jelas dan segera kirimkan ke laboratorium.

3. Tap Sampling

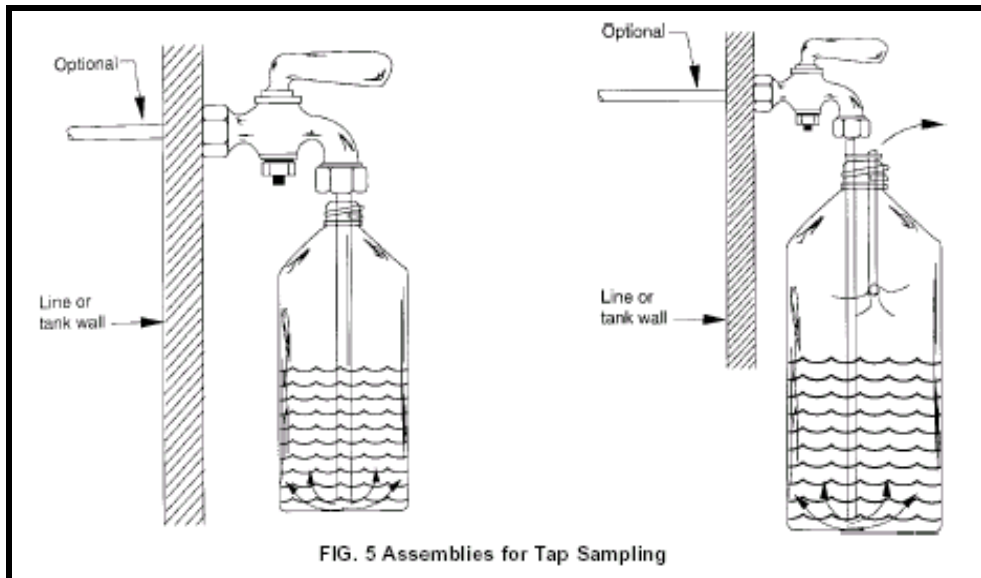
Aplikasi :

Prosedur Tap Sampling digunakan untuk pengambilan sample berupa cairan yang mempunyai RVP 101 kPa (14.7 psia) atau lebih rendah dalam tangki yang dilengkapi kran yang sesuai.

Prosedur ini juga diperuntukkan untuk cairan yang mudah menguap pada tangki yang dilengkapi ventilasi udara dan jenis atap-balon, spheroid dan sebagainya. (Contoh dapat juga diambil dari keran pada gelas penduga, gage glass, bila tanki tidak dilengkapi dengan Tap Sampling.)

Peralatan :

- Peralatan Tap Sampling selengkapnya tertera pada gambar
- Tiap kran harus berdiameter 1.25 cm (1/2 inch)
- Kran berdiameter 2.0 cm (3/4 inch) diperuntukkan untuk contoh cairan dengan kekentalan tinggi (minyak mentah dengan density 0.9465 atau 18 ºAPI atau kurang)
- Pada tangki dengan tutup yang tidak mengapung tiap kran sample harus diperpanjang sampai masuk ke dalam tangki minimal 10 cm. Biasanya kran sample dilengkapi pipa kecil yang dapat mengisi botol sample dari bagian bawah / dasar botol.
- Untuk Tangki yang saluran outletnya disamping, supaya mendapat contoh yang bersih, kran ditempatkan 2 cm (4 inch) dibawah dasar sambungan saluran outlet.
- Bersihkan dan keringkan botol, dan ukurannya sesuai untuk menampung contoh yang diinginkan.

FIG. 5 Assemblies for Tap Sampling

Prinsip Kerja :

- Periksa kebersihan wadah contoh / silinder gelas. Bersihkan dengan pelarut yang cocok, bilas dengan cairan contoh.
- Periksa tinggi cairan contoh dalam tangki
- Bila contoh mempunyai RVP 101 kPa (atau kurang), hubungkan pipa penyambung secara langsung dengan kran
- Bilas pipa penyambung dan botol contoh sampai bersih
- Tampung contoh pada wadah / silinder gelas yang sesuai. Jika contoh tersebut diperoleh dari kran yang berbeda gunakan sebuah silinder berskala untuk memperkirakan jumlah contoh yang telah diambil, sebaliknya kalau dari satu kran, contoh tidak usah dipindahkan

- Jika menggunakan pipa pemnyambung, yakinkan ujung pipa tersebut berada di bawah permukaan contoh pada wadah contoh selama pengisisan contoh
- Jika contoh sudah ditampung dalam suatu wadah (silinder gelas) simpan contoh tersebut. Tutup rapat-rapat wadah contoh dan berilah label.
- Lepaskan pipa penyambung dan bersihkan, sehingga siap digunakan kembali.
- Kirimkan contoh tersebut ke laboratorium untul dianalisis.

4. Bottom Sampling

Bottom sampling dapat dilaksanakan dengan 3 cara yaitu : Core Thief Bottom Sampling, Closed Core Bottom Sampling dan Extended Tube Sampling.

- Core Thief Bottom Sampling

Aplikasi :

Sampling untuk mengambil contoh bagian bawah / dasar atau mengambil contoh dari semi liqiud dalam tangki mobil dan tangki timbun. Alat ini juga dipakai untuk mengambil sample pada level yang berbeda-beda, baik sekali untuk sample bagian bawah dari minyak dan air yang tidak terambil pada bagian bawah tangki, serta untuk memperoleh perkiraan secara kuantitatif air yang ada pada bagian bawah tangki.

Peralatan :

Alat ini di desain untuk memperoleh / mengambil sample pada 2 s.d 2,5 cm (3/4-1 inch) dari bagian bawah tangki mobil maupun tangki timbun. Sistem peralatan seperti gamb 3.

Prinsip Kerja :

- Alat diturunkan ke dalam tangki dengan posisi katup terbuka (agar hidrokarbon dapat membersihkan wadah sample), hingga menyentuh bagian bawah tangki
- Biarkan alat tersebut terisi sample, kemudian angkat setinggi 5 s.d 10 cm. Lalu turunkan hingga menyentuh dasar tangki sehingga katup tertutup
- Angkat alat ini dari tangki dan pindahkan isinya ke wadah sample yang berlabel.
- Kirim sample tersebut ke laboratorium

- Close Core Bottom Sampling

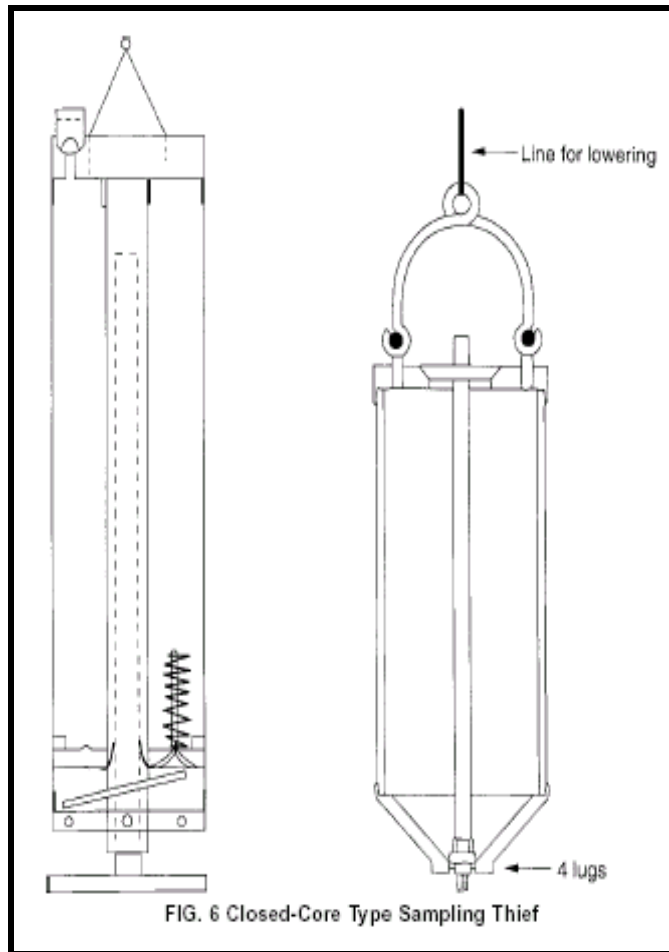
Aplikasi :

Close Core Bottom Sampling dapat digunakan untuk memperoleh bottom sample dari tanki mobil dan tanki timbun. Pada pengambilan contoh Crude Oil dalam tanki timbun alat pengambil dapat

digunakan untuk memperoleh bottom sample berupa minyak yang tak diperdagangkan (nonmerchantable) dan air pada dasar tanki.

Peralatan:

Desain alat pengambil dibuat sedemikian rupa sehingga dapat memperoleh sample yang berjarak 1,25 cm (1/2 in) dari dasar tanki (lihat gambar 6). Tipe peralatan ini mempunyai batang valve yang akan terbuka secara otomatis bila menyentuh dasar tangki. Sample akan masuk ke dalam wadah melalui valve bawah dan udara akan keluar lewat valve atas serta valve akan tertutup bila alat pengambil ini diangkat ke atas.

FIG. 6 Closed-Core Type Sampling Thief

Prinsip kerja :

- turunkan pengambil contoh yang bersih dan kering melalui tutup atau lubang tangki sampai menyentuh dasar tangki
- setelah penuh, angkat dan pindahkan isinya ke dalam wadah contoh
- tutuplah dan ber label dan segera dikirim ke laboratorium

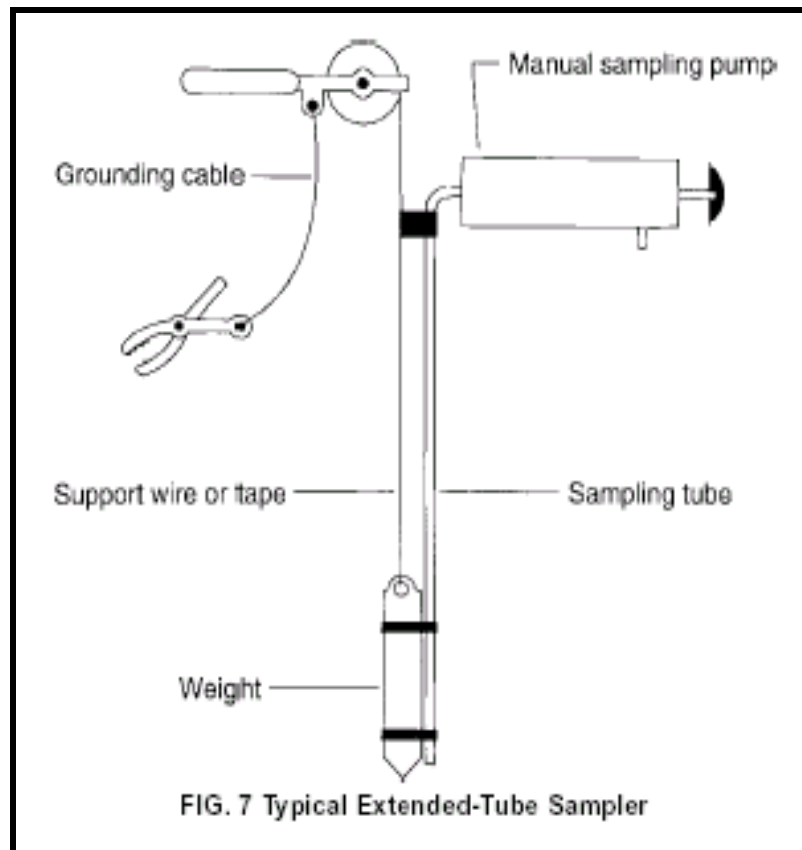
- Extended Tube Sampling

Aplikasi :

Cara ini dipergunakan untuk mengambil contoh air pada bagian dasar tangki timbun, terutama pada tangki kapal dan tongkang, tetapi cara ini tidak dikhususkan, untuk hal-hal tertentu gunakan cara yang biasa dipakai.

Peralatan :

Bentuk dari seperangkat alat pengambil contoh dengan extended-tube adalah seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini

FIG. 7 Typical Extended-Tube Sampler

Extended-tube ini terbuat dari pipa yang lentur, yang tersambung pada pompa penghisap, yang bekerja secara manual.

Untuk menyangga unjung pipa dan untuk dapat menentukan titik pengambilan contoh, pipa tersebut diberi pemberat yang diikat pada ujung kawat atau pita sedemikian rupa sehingga antara pipa dan penyangga berjarak lebih kurang ½ inchi diatas ujung pemberat. Pipa dan kawat harus cukup panjang, untuk dapat diulur sampai dasar tangki penyimpanan atau vessel dari berbagai contoh yang diambil.

Untuk penempatan contoh diperlukan botol yang sudah dibersihkan dan kering, atau wadah yang sesuai untuk keperluan tiap-tiap contoh.

Prinsip Kerja :

- Setelah alat dipasang, sebaiknya pipa dan pompa bebas dari air dan tertutup rapat, hubungkan kabel grounding pada kapal atau tangki timbun.
- Turunkan ujung pemberat sampai ke dasar, mulailah pengambilan contoh secara perlahan, dan pompa pengisap secara terus-menerus dipompakan. Untuk memperkecil kemungkinan kontaminasi, bilas pipa dengan contoh sebanyak dua kali.
- Kumpulkan contoh air langsung kedalam botol yang sudah kering dan bersih.
- Jika contoh berada pada batas yang berbeda-beda didalam tangki, pindahkan pemberat bersama pipa pada level atau bagian yang lain. Bilas terlebih dahulu sisa contoh yang lama. Setelah masing-masing contoh diambil dan dikumpulkan, segera botol ditutup dan diberi label, guna persiapan untuk dikirim ke laboratorium.
- Bersihkan alat-alat tersebut dan pengambilan contoh selesai.

2.10 Manual Pipeline Sampling

Aplikasi :

Sampling pipa ini dipakai untuk mengambil contoh cairan yang mempunyai RVP dibawah 101 kPa (14.7 psia) dan untuk cairan yang kental, langsung dari pipa, pipa pengisian dan pipa distribusi.

Peralatan :

- Sebuah tubing atau pipa dengan sudut 45º
- Sebuah elbow atau pipa yang dibengkokkan
- Sebuah pipa yang tertutup ujungnya, dengan lubang kecil dekat tutupnya

Prinsip Kerja :

- Atur kerangan hingga contoh mengalir dengan kecepatan linier
- Usahakan kecepatan pengambilan contoh sedemikian rupa yaitu seperti kecepatan aliran liquid yang keluar dari alat pengambil contoh atau kira-kira satu galon per jam
- Untuk contoh crude oil atau produk minyak bumi lainnya, contoh diambil 250 ml atau lebih

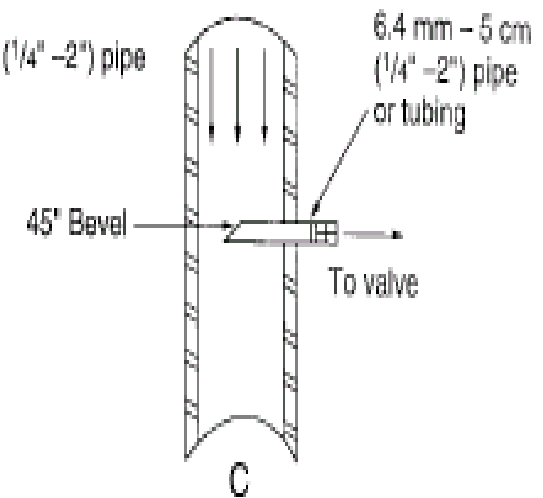
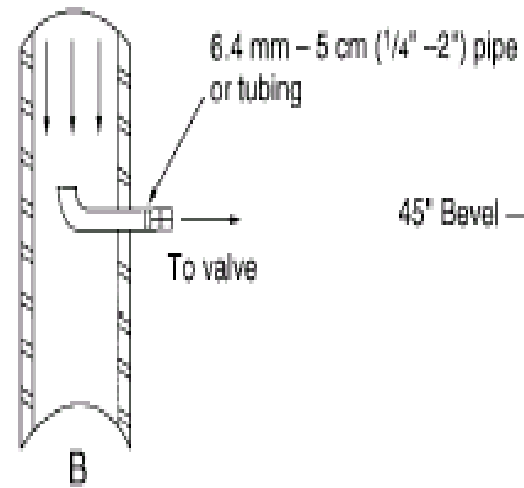
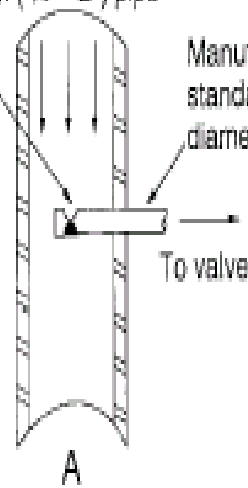
- Contoh crude oil dimasukkan pada wadah tertutup. Letakkan pada tempat yang sejuk dan kering, hindari dari cahaya matahari secara langsung
- Masing-masing contoh harus diberi label dan langsung dikirimkan ke laboratorium untuk analisis.

NOTE 1—Probes may be fitted with valves or plug cocks. The probe should be oriented horizontally.

FIG. 8 Probes for Spot Manual Samples

3.1 Ruang Lingkup

Mencakup prosedur dan peralatan untuk memperoleh, mencampur dan perlakuan contoh yang representatif dari bahan bakar mudah menguap yang akan digunakan untuk pengujian sifat volatilitas.

Prosedur ini dapat digunakan untuk fuel dengan range antara 13 – 105 kPa (2 – 16 psia).

3.2 Ringkasan Metode

Prinsip dasar masing-masing prosedur pengambilan contoh adalah untuk memperoleh contoh dengan suatu cara dan suatu lokasi dalam tangki yang dapaty mewakilinya. Ringkasan prosedur sampling dan aplikasinya ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1 : Summary of Gasoline Sampling Procedure and Applicability

No	Type of Container	Procedure
1	Storage Tanks, Ship and Barge Tanks, Tank Cars, Tank trucks	- all-level sampling - running sample - upper, middle and lower sample - top sample - grab sample

2	Storage Tanks with Taps	- Tap sampling
3	Pipes and lines	- Line sampling - Automatic sampling
4	Retail uotlet and wholesale purchaser-consumer facility storage tanks.	- nozzle sampling

3.4 Petunjuk Umum

1. Wadah Contoh

- Wadah contoh dapat berupa botol gelas berwarna coklat maupun jernih, botol polietilena atau kaleng dari logam.
- semua wadah yang digunakan harus benar-benar bersih, bebas dari partikel pengotor dan kering
- Tutup dapat berupa gabus maupun tutup ulir dari plastik atau logam, kualitas gabus harus baik dan bersih, bebas dari adanya lobang-lobang dan rontokan gabus. Kontak antara gabus dan contoh dapat dicegah dengan membungkusnya menggunakan lembaran aluminium. Penutup karet tidak boleh digunakan.

- Jumlah contoh tergantung pada metode uji yang digunakan. Uji RVP secara diperlukan botol kapasitas 1 liter, sedangkan metode Mini-VP cukup dengan botol berkapasitas 125 mL.

2. Peralatan Sampling

Peralatan ambil contoh secara detail diuraikan pada masing-masing prosedur sampling. Pada dasarnya semua peralatan harus berih dan kering.

3. Waktu dan Lokasi Sampling

- Tangki timbun, pengambilan contoh bila ada kegiatan penerimaan dan pengiriman.
- Tangki kapal atau tongkang, pengambilan contoh masing-masing produk setelah vessel diisi maupun sebelum pembongkaran.
- Tangki mobil, pengambilan contoh dari produk sesudah dimuat atau sebelum dibongkar.

4. Penanganan Contoh

- Bahan bakar ringan dijaga dari kemungkinan adanya penguapan.
- peralatan sampling adalah wadah contoh untuk tekanan uap, wadah ditutup rapat setelah contoh terkumpul.

- Adanya kebocoran wadah contoh, maka tidak dapat digunakan untuk pengujian
- Diinginkan contoh sampai 0 – 1 ^{0}C (32 – 34 ^{0}F) setelah dikirim ke laboratorium dan sebelum wadah dibuka untuk pengujian
- Wadah contoh tidak diisi anatara 70-85% kapasitas untuk pemuaian
- Segera diberi label dengan jelas

3.5 Prosedur Sampling

Prosedur Sampling standar dapat dilihat pada tabel 1, alternatif prosedur sampling dapat digunakan asalkan ada kesepakatan tertulis yang telah dicapai.

3.51. Tank Sampling

Tank sampling meliputi Bottle sampling dan Tap sampling

- **Bottle Sampling :**
  - prosedur ini dapat digunakan untuk sampling terhadap fuel dengan RVP 105 kPa(16 psia) atau kurang dalam tangki mobil, tangki timbun, tangki kapal dan tongkang
  - sistem peralatan yang dianjurkan seperti terlihat pada gambar 3, dianjurkan diameter tutup botol 19 mm (3/4 in)
  - Prosedur :

a. All-level sample:

Turunkan botol bertutup dan berpemberat (gambar 3) sedekat mungkin dengan draw-off level, kemudian buka penutupnya dan naikkan botol tersebut dengan kecepatan sedemikian sehingga saat muncul dari cairan telah terisi 70-85% kapasitas botol.

b. Running Sample :

Turunkan botol berpemberat dengan kecepatan tetap sampai sedekat mungkin dengan bottom dari sambunganoutlet dan secepatnya tarik ke atas botol tersebut sehingga saat keluar dari cairan telah terisi 70 – 80 % kapasitas botol.

Catatan : Running atau all-level sample tidak perlu representatif karena volume tangki tidak proporsional terhadap kedalaman dan karena operator tidak dapat menaikkan botol dengan kecepatan sesuai yang diperlukan.

c. Upper sample, middle sample, dan lower sample

Turunkan botol bertutup dan berpemberat sampai pada kedalaman yang sesuai (lihat gambar 2)

Upper sample pertengahan dari 1/3 bagian atas isi tanki

Middle sample pertengahan dari isi tangki

Lower sample pertengahan dari 1/3 bagian bawah isi tangki

Pada batas yang dipilih, bukalah tutup botol dan biarkan sampai botol terisi penuh yang ditandai sudah tidak nampak gelembung udara

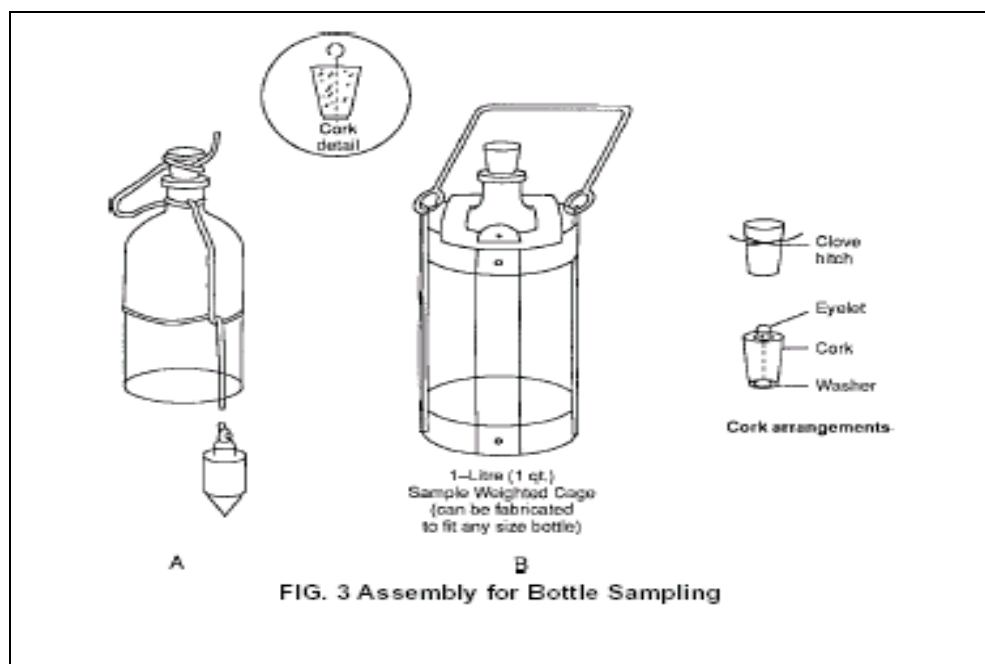
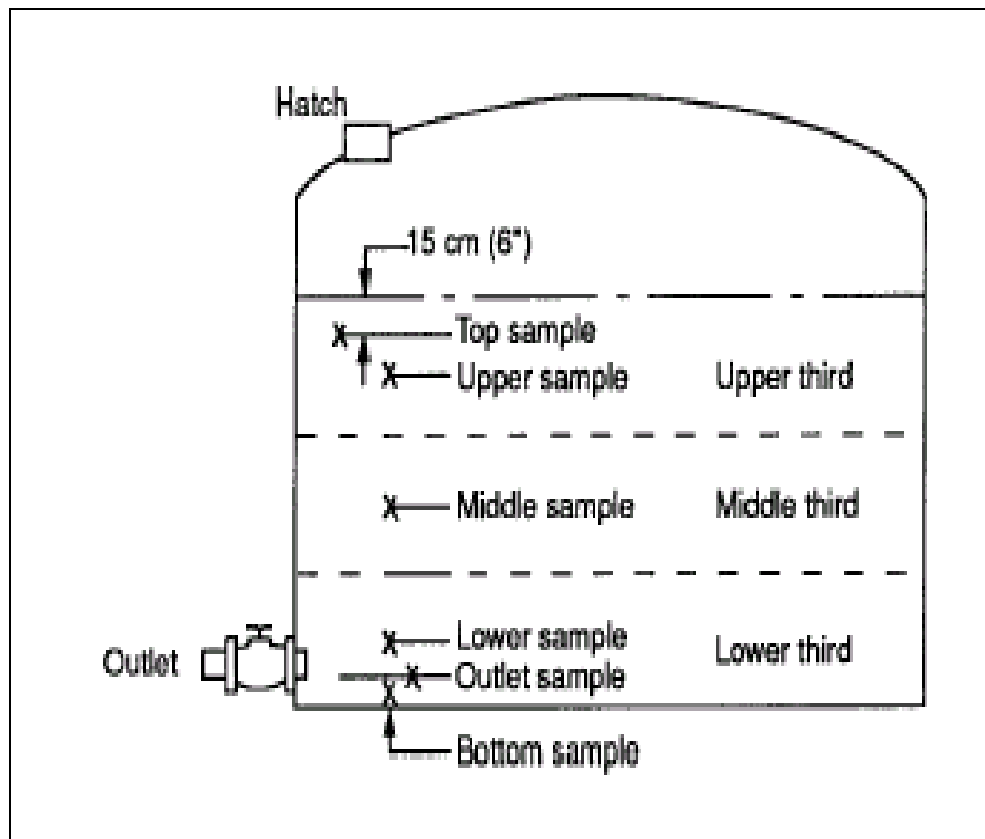
Bila telah penuh tarik keatas, tuangkan sejumlah kecil (15-30% isi botol) kemudian secepatnya ditutup

d. Top sample

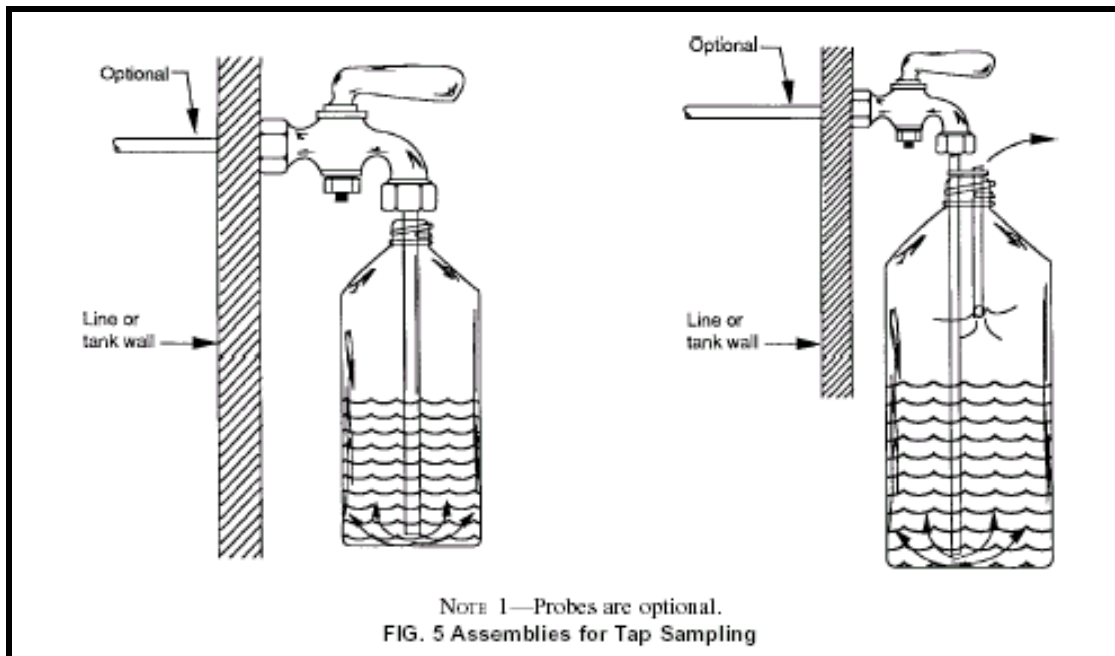
Dapatkan sample ini (gambar 2)dengan cara sama seperti pada upper sample tetapi pada 150 mm (6 in) dibawah permukaan atas isi tanki

e. Handling

- botol sample setelah ditutup diberi label dan dikirim ke laboratorium dalam botol sampling aslinya.
- sample secepatnya didinginkan.

FIG. 3 Assembly for Bottle Sampling

- **Tap Sampling**

Prosedur tap sampling dapat digunakan untuk pengambilan contoh cair dengan VP 105 kPa (16 psia) atau lebih rendah dalam tanki yang dilengkapi dengan tap sampling atau line. Prosedur ini dianjurkan untuk bahan mudah menguap yang ada dalam tanki jenis baloon-roof, breather, spheroids, flootingroof tank dan lain-lain. Pemasangan tap sampling seperti pada gambar 4

NOTE 1—Probes are optional.
FIG. 5 Assemblies for Tap Sampling

Peralatan :

- tank tap, dipasang paling sedikit 3 buah pada level yang bervariasi dengan pipa standar ¼ in dan valve yang cocok.

- Tube, digunakan delivery tube untuk menghindari terjadinya kontaminasi produk saat disampling, dengan panjang yang sesuai sampai menyentuh dasar wadah contoh.

- Tube chiller assembling, bila pendingin sampling digunakan maka tubing yang berbentuk coil dimasukkan dalam ice-bath untuk mendinginkan fuel yang akan dialirkan ke dalam wadah contoh

- Wadah contoh, digunakan botol gelas yang bersih dan kering dengan ukuran yang sesuai, atau dapat juga berupa wadah dari logam

Prosedur :

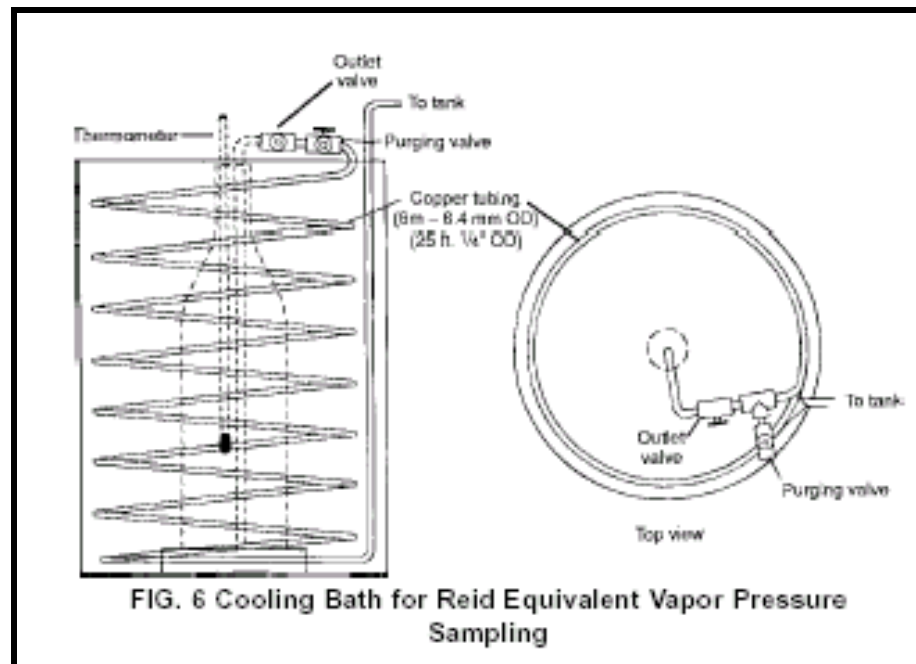
- sebelum contoh dialirkan, bilas sample tap dan tube kurang lebih tiga kali.

- Sampling untuk RVP, maka wadah harus didinginkan sampai suhu sama dengan suhu material dalam tangki, atau sampai 0^0C (32^0F)

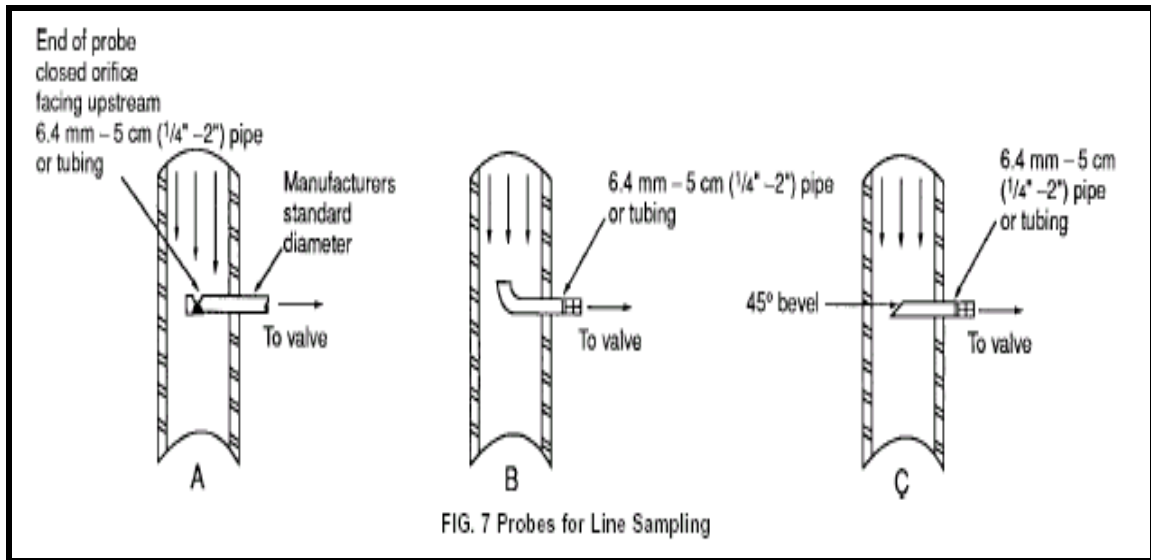
- Isi dan kosongkan wadah contoh sebanyak tiga kali

- Alirkan upper, middle, dan lower sample secara langsung dari masing-masing tap setelah dilakukan pembilasan

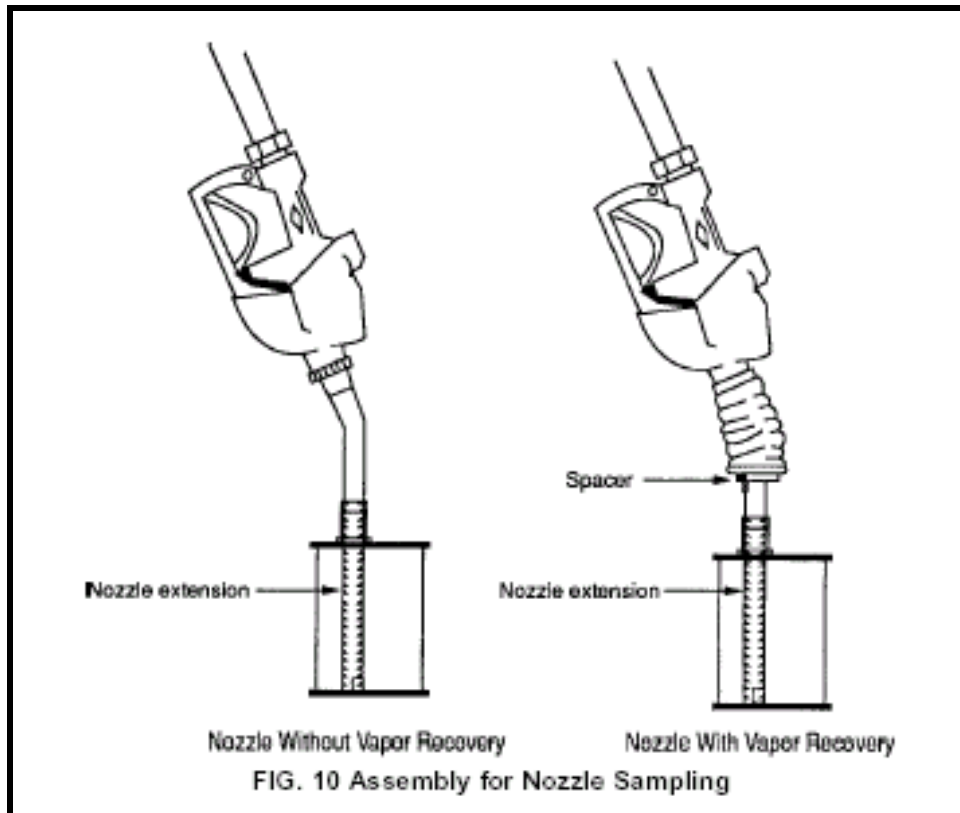
- Tutup dan beri label secepatnya dan kirim ke laboratorium.

FIG. 6 Cooling Bath for Reid Equivalent Vapor Pressure Sampling

3.5.2. Line sampling

- prosedur sampling kontinyu dapat digunakan untuk sampling cairan dengan RVP 105 kPa (16 psia) atau lebih rendah yang ada dalam pipa aliran dan pipa pengisian
- line sampling dapat dilakukan secara manual maupun menggunakan peralatan otomatis

FIG. 7 Probes for Line Sampling

3. Nozzle sampling

Prosedur Nozzle Sampling dapat digunakan untuk sampling bahan bakar ringan dari pengecer dengan tipe dispenser.

FIG. 10 Assembly for Nozzle Sampling

Prosedur :

- secepatnya setelah fuel dipompakan dan pompa telah di reset hubungkan pump nozzle dengan nozzle extension
- isilah wadah sample secara perlahan melalui nozzle extension, sampai 70-85% kapasitas wadah
- pindahkan nozzle extension dan tutup wadah sample, cek adanya kebocoran, beri label dan kirim ke laboratorium.

4.1 Ruang Lingkup

Praktik ini mencakup informasi untuk disain, instalasi, pengujian dan pengoperasian dari peralatan otomatis untuk ekstrak sampel representatif dari minyak bumi dan hasil-hasilnya pada suatu pipa aliran dan penyimpanan. Bila pengambilan contoh untuk penetapan volatilitas maka digunakan praktik D 5842.

Praktik ini dapat dipakai untuk minyak bumi dan hasil-hasilnya yang mempunyai tekanan uap pada suhu sampling dan penyimpanan ≤ 101 kPa (14,7 psi)

4.2 Terminologi

Diskripsi dari istilah pada standar ini :

1. ***Automatic sampler***

   Suatu peralatan yang digunakan untuk mengekstrak sample representatif dari aliran cairan dalam pipa.

Catatan :

   Automatic sampler biasanya terdiri atas : probe, sample extractor, controller, alat ukur aliran dan wadah contoh.

2. ***Automatic sampling system***

   Suatu sistem yang terdiri atas : stream conditioning, automatic sampler dan pencampur contoh.

3. ***Probe.***

Bagian dari automatic sampler yang diperpanjang kedalam pipa dan secara langsung sebagian dari cairan masuk ke sampler extractor.

4. ***Sample.***

Suatu bagian yang terekstrak dari volume total yang mungkin atau tidak mengandung unsur pokok dalam ukuran yang sebanding seperti adanya dalam volume total.

5. ***Representative sample.***

Suatu bagian yang terekstrak dari satu volume total yang mengandung unsur pokok dalam ukuran dan sebanding seperti adanya dalam volume total.

6. ***Sample Controller.***

Suatu peralatan yang menentukan beroperasinya sample extractor.

7. ***Sampling.***

Seluruh tahapan yang diperlukan untuk memperoleh satu sample yang representative yang terdapat dalam pipa, tangki atau wadah lainnya dan menempatkan sample tersebut kedalam wadah contoh yang mana sejumlah contoh uji (test Specimen) yang representative dapat diambil untuk analisis.

8. ***Grab***

Volume contoh terekstrak dari suatu perpipaan dengan satu gerakan atau langkah tunggal dari sample extractor.

9. Sample Extractor

Suatu alat yang memindahkan contoh (grab) dari suatu perpipaan, sample loop atau tangki.

10. Stream Conditioning

Pengadukan dari suatu aliran sedemikian rupa sehingga contoh representatif dapat diekstrak.

11. Sample loop (fast loop or slip stream)

Suatu bypass volume rendah yang dialirkan dari pipa utama

4.3 Makna dan Kegunaan.

Contoh yang representative dari minyak bumi dan hasil-hasinya diperlukan untuk penetapan sifat-sifat kimia dan fisika, yang dapat dipakai untuk menetapkan atau menentukan volume standar, harga dan memenuhi kebutuhan perdagangan dan spesfikasi yang ditentukan.

4.4 Kriteria Pengambilan Contoh Representatif.

Kriteria berikut harus memuaskan untuk memperoleh satu contoh yang representative dari suatu aliran :

- Untuk campuran yang homogen dari minyak dan air, maka air bebas air ter suspensi (Entrained Water) harus terdispersi secara seragam pada titk pengambilan contoh.

- Grab harus diekstrak dan dikumpulkan dalam satu cara pengaliran proporsional yang memberikan contoh representative.
- Grab harus pada volume yang konsisten
- Contoh harus dijaga dalam penampung contoh tanpa mengubah komposisi contoh. Venting uap hidrokarbon selama pengisian dan penyimpanan harus diminimalkan. Contoh harus dicampur dan ditangani untuk meyakinkan bahwa contoh uji representatif dapat diambil untuk analisis.

4.5 Automatic Sampling System

Sistem Pengambilan Contoh Otomatis terdiri atas :

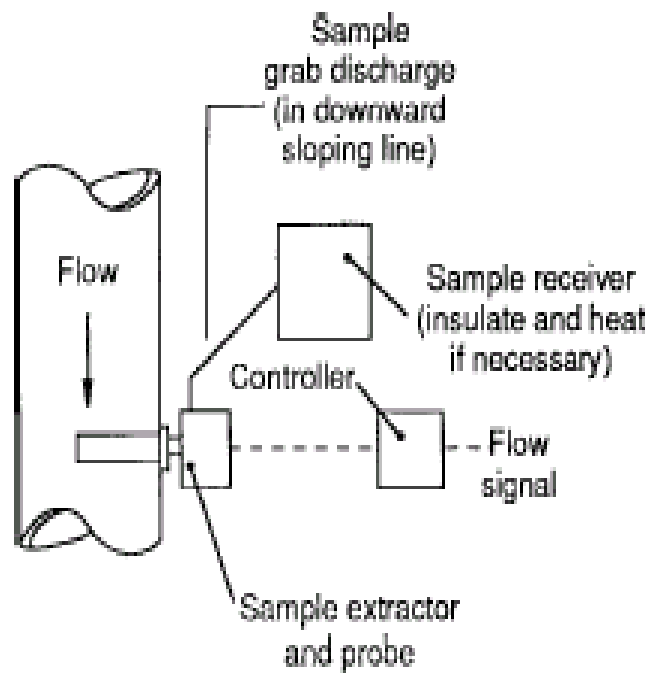
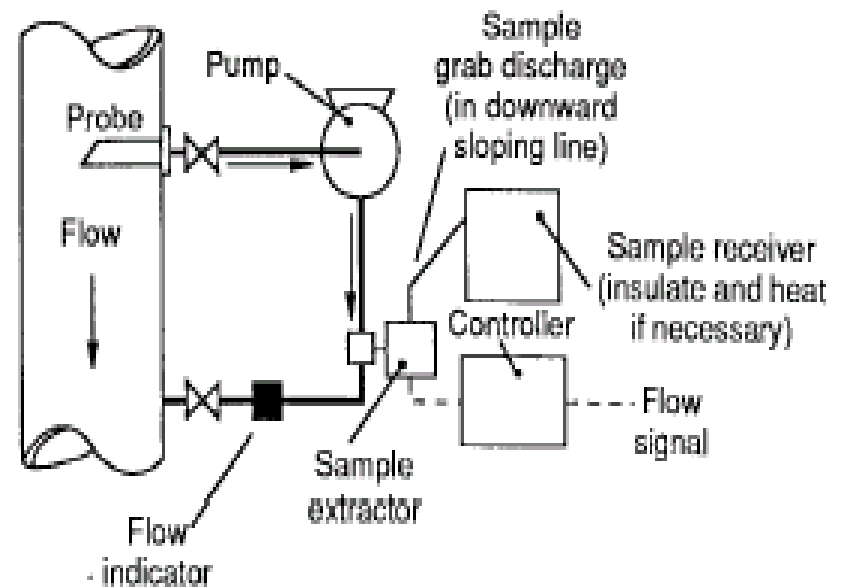
- Stream conditioning dari lokasi sampling
- Alat untuk ekstrak secara fisika dari aliran
- Alat ukur aliran
- Pengontrol volume total dari contoh yang terekstrak
- Penampang contoh

NOTE 1—Arrow does not indicate piping orientation.

FIG. 1 Typical Automatic Sampling Systems

4.6 Frekuensi Pengambilan Contoh

Pedoman untuk frekuensi pengambilan contoh dinyatakan dengan istilah “Grab per lineal distance of pipeline volume” . Untuk melayani pekapalan dan perpipaan pedoman minimum dapat dinyatakan dalam barel per grab :

$$BBL/grab = 0{,}0001233 \times D^2 \quad \text{atau}$$

$$= 0{,}79548 \times d^2$$

dengan D = diameter pipa, mm

d = diameter pipa, in

Formula persamaan tersebut untuk satu grab setiap 25 lineal meter (± 80 ft) dari volume pipa. Frekuansi pengambilan contoh harus didasarkan pada grab maksimal untuk ukuran penampung yang sesuai, secara umum digunakan unit LACT (lease automatic costody transfer) atau ACT (automatic costody transfer) adalah langkah pada 1 grab per 1 sampai 10 bbl.

4.7 Probe

- Lokasi probe
  - Derah pengambilan contoh dianjurkan pada 1/3 penampang pipa (gambar 3)
  - Probe terbuka menghadap arah aliran dan diletakkan pada daerah dimana hasil pengadukan cukup memadai

- Bila digunakan vertical piping loop, lokasi probe setelah belokan ketiga dari elbow 90° dengan jarak maksimum 3x diameter pipa dari bengkokan atas dan tidak lebih dekat dari ½ diameter pipa dari belokan terakhir (gambar 4)

- Desain Probe

Desain mekanis untuk probe harus cocok dengan kondisi operasi dari pipa dan cairan yang akan disampling. Terdapat 3 desain dasar seperti gambar 5

4.8 Automatic Sampling Component

- Extractor

  Suatu automatic sample extractor adalah suatu alat yang meng-ekstrak contoh (grab) dari aliran medium. Ekstraktor bisa berupa atau bukan berupa bagian integral dari probe.

- Controller

  Suatu sample controller adalah suatu peralatan yang mengatur beroperasinya sample extractor.

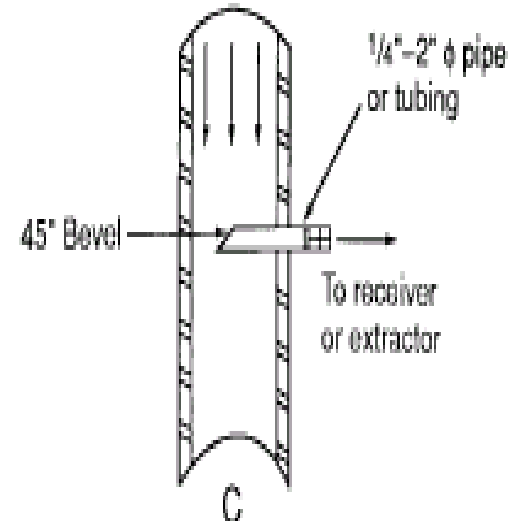
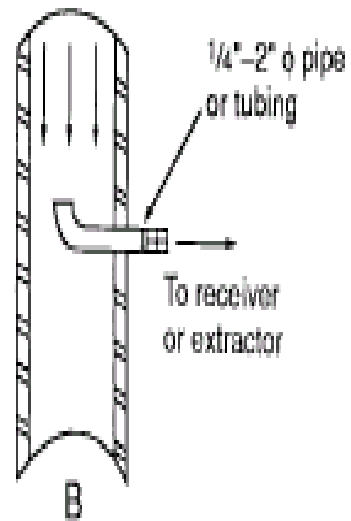
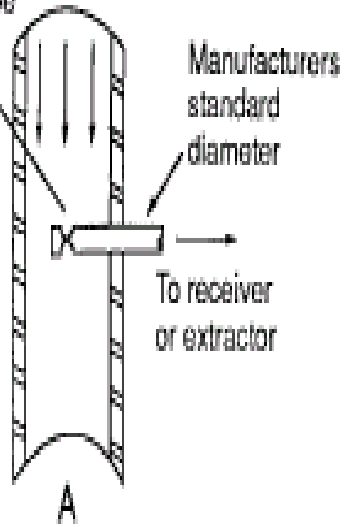



FIG. 5 Probe Designs

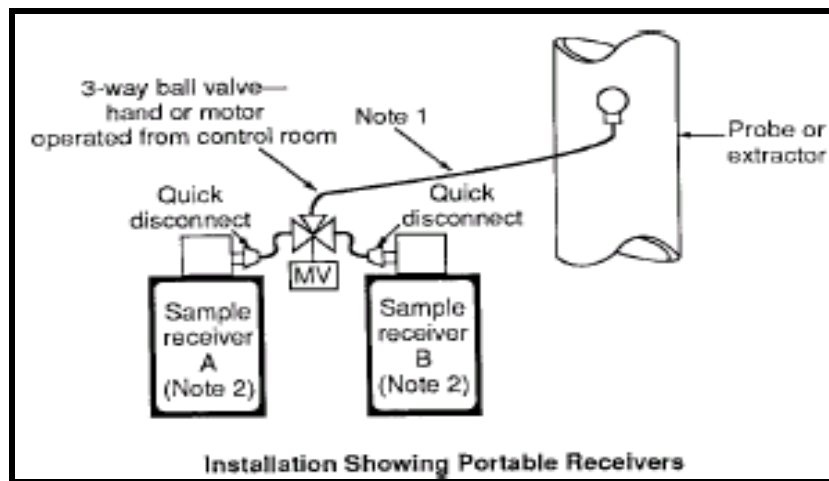
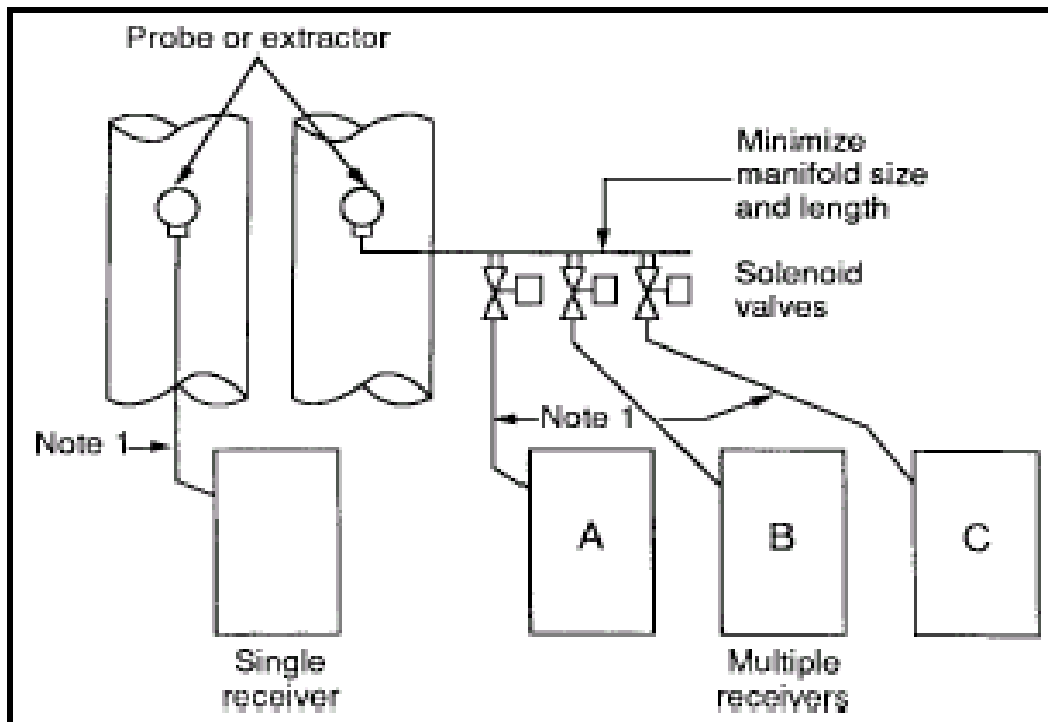
4.9 Primary Sample Receiver

Sample Receiver / Container diperlukan untuk menjaga dan mempertahankan komposisi contoh dalam bentuk cairan. Dikenal 2 jenis receiver yaitu stationary receiver dan portable receiver, yang keduanya dapat didisain pada volume tetap maupun volume yang bervariasi. Bila loss of vapor akan berpengaruh nyata terhadap analisis contoh, penggunaan receiver type volume varibel harus dipertimbangkan. Konstruksi material harus sesuai dengan minyak yang disampling.

- Stationary Receiver (gambar 6)
- Portable Receiver (gambar 7), pada umunya ringan, dengan sistem koneksi yang mudah dan mudah diangkut. Ukuran receiver seperti pada tabel 1

Tabel 1 : Ukuran Receiver

No	Lokasi	Ukuran
1	Lease automatic custody transfer	10-60 L (3-15 gal)
2	Pipelines (crude petroleum)	20-60 L (5-15 gal)
3	Pipelines (products)	4 -20 L (1-5 gal)
4	Portable sampler	1-20 L (1 qt-5 gal)
5	Tanker loading / unloading	20-75 L (5-20 gal)

Installation Showing Portable Receivers

BAB II
PROBLEM PRODUKSI MIGAS

EMULSI

Produk minyak umumnya mengandung air 60% sampai 70% dalam keadaan free water atau stable emulsion. Air bersama minyak membentuk cairan yang dikenal sebagai *emulsion*. Hal ini menjadikan produksi minyak harus melalui proses pemisahan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan.

Berikut adalah istilah yang sering dijumpai dalam kaitannya dengan emulsion, antara lain :

- *Emulsion* (emulsi) : dua immicible liquid atau liquid yang dalam keadaan normal tidak bisa bercampur bersama-sama, salah satunya akan tersebar (dispersed) di seluruh bagian liquid yang lain dan dalam bentuk butiran-butiran halus, contoh : minyak dan air.
- *Dispersion* : campuran dua fase dari zat yang saling tidak melarutkan, solid atau partikel sebagai bagian yang tersebar biasanya dibagi dan bercampur ke dalam liquid sebagai media tempat penyebaran, contoh : susu sebagai dispersion dari fat dalam air
- *Solution* : campuran dua komponen atau lebih menjadi satu larutan/fase, merupakan tipe campuran yang paling umum dikenal, contoh garam atau gula terlarut dalam air

Emulsi yang tidak dapat dipecahkan tanpa melalui proses *treating* disebut *stable emulsion*. Ada tiga syarat yang diperlukan untuk

terbentuknya *stable emulsion* yaitu:

- Dua macam liquida yang bersifat *immiscible* (tidak dapat bercampur satu dengan lainnya). Contoh: Minyak dan air.
- *Agitation* (goncangan) yang cukup untuk menyebarkan satu *liquid* menjadi butiran-butiran halus ke dalam *liquid* yang lain
- *Emulsifying agent* atau *emulsifier*

Fluida diproduksi dari sebuah *well* mengandung *organic* dan *inorganic material* yang bertindak sebagai *stabilizer* atau *emulsifying agent* yang akan meningkatkan kekuatan dari *film* (*skin*) pada butiran-butiran air. *Emulsifying agent* akan mencegah butiran-butiran air tersebut bergabung satu dengan lainnya.

Crude oil emulsion

Crude oil emulsion adalah emulsi yang terdapat pada *crude oil.* Emulsi ini distabilkan oleh bermacam-macam material, tergantung pada sumber atau asal *crude oil* tersebut. *Emusifying agent* yang terdapat di dalamnya yaitu:

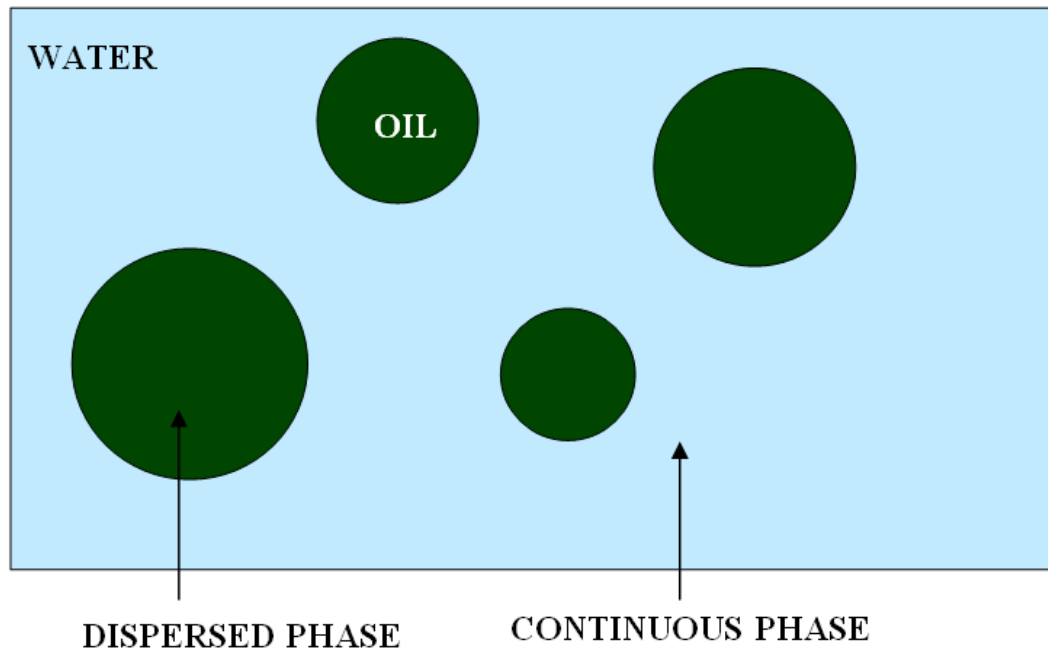
1. *Asphalt,*
2. *Paraffin*
3. *Resin*
4. *Oil soluble organic acid*

- Bahan lain yang dapat larut (*soluble*), dapat basah (*wettable*), atau dapat menyebar (*dispersable*) dalam minyak dari pada di dalam air

- Bahan-bahan *chemical* yang digunakan untuk *treatment* seperti *corrosion inhibitor* dan *bactericide* (*biocide*) juga dapat meningkatkan stabilnya emulsi

- *Suspension* :campuran dari partikel yang tidak dapat melekat/mengendap dengan baik dalam cairan atau gas. Partikel sebagai bagian yang akan tersebar dalam cairan atau gas dan cairan atau gas sebagai medium penyebarannya, contoh : *lumpur* dimana partikel soil, clay atau silt akan melayang di dalam air ; *orange juice* (potongan jeruk melayang didalam air)

Semua e*musifying agent* tersebut umumnya akan menjadi lapisan (*film*) pada permukaan dari butiran-butiran halus yang tersebar.

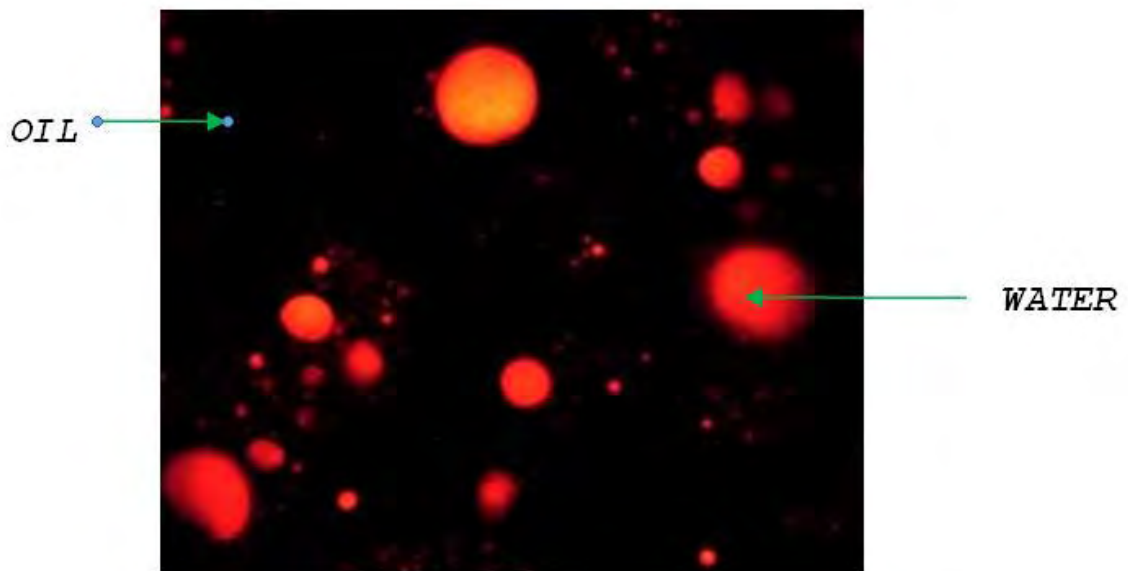
Di dalam emulsi, *liquid* yang terpecah menjadi butiran-butiran halus dikenal dengan istilah *dispersed*, *discontinuous*, atau *internal phase*; sedangkan *liquid* yang mengelilingi butiran-butiran halus tersebut dinamakan *continuous* atau *external phase*.

Gbr. 1 *Dispersed* dan *continuous phase* pada emulsi

Emulsi dari minyak atau air bisa saja memiliki salah satu dari minyak atau air yang menjadi *dispersed phase*-nya, hal ini ditentukan oleh karakteristik dari *emulsifying agent* yang ada. Pada kebanyakan kasus, air akan berperan sebagai *dispersed phase* di dalam minyak.

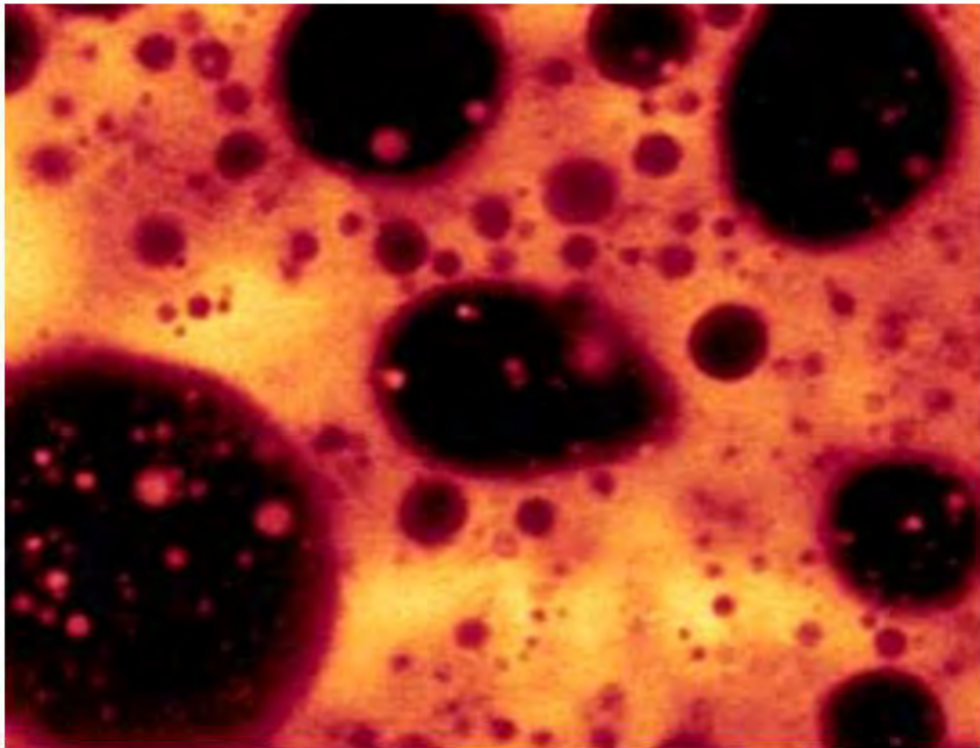
Jenis emulsi

Tipe emulsi ada tiga jenis:

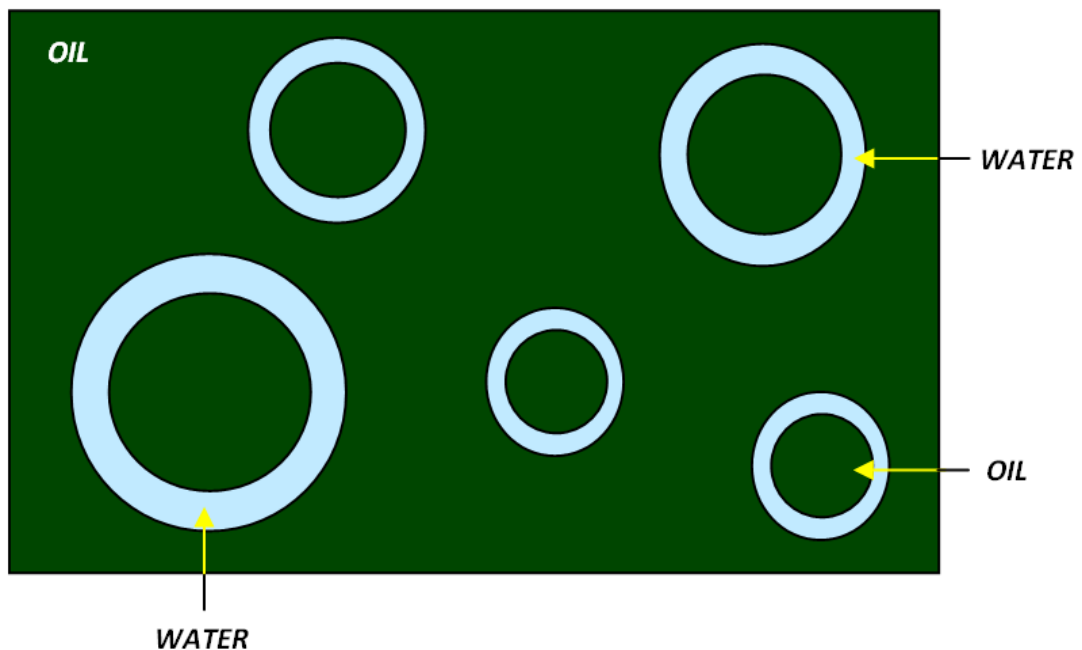
Water in Oil (W/O) *emulsion* atau *normal type emulsion*

Jenis emulsi yang umum dijumpai dan mudah untuk dipecah. Pada tipe ini, air sebagai butiran-butiran halus tersebar di dalam minyak.

Gbr. 2 *Water in oil emulsion* atau *normal emulsion*

- *Oil in Water* (O/W) *emulsion* atau *reverse type emulsion*

Pada tipe ini, minyak sebagai butiran-butiran halus tesebar di dalam air

Gbr. 3 *Oil in water emulsion* atau *reverse emulsion*

- *Dual type emulsion*

Tipe emulsi yang sangat jarang dijumpai. Pada tipe ini, *oil in water emulsion* sebagai butiran-butiran halus tersebar di dalam minyak

Gbr. 4 *Dual type emulsion*

Pada tipe *water in oil emulsion,* air dalam bentukbutiran-butiran halus dikelilingi seluruhnya oleh minyak. Untuk jenis *oil in water emulsion,* air sebagai *continuous phase* mengelilingibutiran-butiran halus minyak. Kedua jenis emulsi ini ditemukan pada lapangan minyak, namun *water in oil emulsion* adalah tipe yang sangat penting karena lebih dari 95% jenis emulsi *crude oil* dibentuk oleh tipe jenis ini.

Di awal pembahasan sudah disinggung bahwa secara umum tipe dari emulsi ditentukan oleh karakteristik dari *emulsifying agent* yang ada di emulsi tersebut. *Emulsifying agent* yang bersifat *soluble*, *dispersible*, atau *wettable* dalam air akan menghasilkan *oil in water emulsion*. Sedangkan *emulsifying agent* dengan bersifat *soluble*, *dispersible*, atau *wettable* dalam minyak akan menghasilkan *water in oil emulsion.*

Kestabilan emulsi jenis W/O

Kestabilan atau daya tahan emulsi terhadap usaha untuk memecahkannya tergantung pada beberapa faktor, yaitu: ukuran butiran air yang tersebar, *viscosity* dari minyak, *specific gravity* (perbedaan *specific gravity internal & external phase*), jumlah air dalam larutan, dan umur emulsi.

Ukuran butiran air

Semakin kecil ukuran butiran-butiran air akan semakin sukar emulsi untuk dipecahkan. Ukuran butiran air di dalam emulsi tergantung pada banyaknya guncangan yang diterimanya. Sangat tidak mungkin minyak dan air berada dalam bentuknya sebagai emulsi ketika berada di dalam *reservoir*. Kebanyakan guncangan sebagai faktor terbentuknya emulsi terjadi ketika minyak dan air diangkat dari dasar *well* ke permukaan.

- Viscosity

Viscosity dari minyak akan memberikan tahanan kepada proses mengalir dari minyak tersebut. Semakin besar *viscosity* akan semakin tinggi tahanan yang diberikan, semakin rendah *viscosity* akan semakin

mudah minyak mengalir. Minyak dengan *viscosity* yang tinggi membutuhkan banyak waktu dan goncangan bagi butiran-butiran air di dalamnya untuk bergabung dan mengendap dibandingkan dengan butiran-butiran air di dalam minyak yang ber-*viscosity* rendah.

- Specific gravity

Specific gravity minyak dan air mempunyai hubungan pada stabilitas emulsi. Sebagai contoh, di dalam *water in oil emulsion*, *heavy oil* dari jenis yang mempunyai *specific gravity* tinggi dan API gravity rendah cenderung akan membuat butiran-butiran air lama bertahan dibandingkan dengan jenis yang mempunyai *specificgravity* rendah dan API gravity tinggi. Semakin tinggi perbedaan *specific gravity* antara minyak dan air akan semakin cepat emulsi tersebut untuk dipecahkan. Sebaliknya semakin kecil perbedaan *specific gravity* antara minyak dan air akan semakin lama emulsi tersebut untuk dipecahkan.

- Jumlah air dalam emulsi (water percentage)

Semakin banyak jumlah air di dalam *water in oil emulsion*, semakin banyak goncangan yang dibutuhkan untuk menjadikannya emulsi yang stabil. Hal ini berarti, emulsi dengan tipe *water in oil emulsion* yang mempunyai jumlah air yang banyak cenderung akan membentuk emulsi yang kurang stabil.

Umur emulsi

Jika *water in oil emulsion* ditempatkan di dalam sebuah tanki dan tidak dilakukan *treatment*, air akan bergabung dan mengendap karena faktor gravitasi. Meskipun demikian, masih ada sebagian kecil air yang tinggal di dalam minyak dan ini akan cenderung menstabilkan emulsi dan sukar untuk di treat. Oleh karena itu, suatu tindakan yang tepat untuk men-treat emulsi ketika minyak baru diproduksi.

PENGADUKAN (AGITATION)

Ketika fluida bergerak ke permukaan,pengadukan terjadi oleh :

- Pompa dasar sumur
- Katup sembur buatan (gas lift valve)
- Penghalang di tubing

Metode Settling (pengendapan), setelah minyak emulsi ditreatment dengan cara penambahan demulsifier, lalu dipanaskan dengan steam, hal yang mungkin terjadi pada saat settling adalah :

1. Penyatuan butiran air menjadi lebih besar
2. Perbedaan densitas antara butiran air dan minyak akan bertambah
3. Viskositas minyak turun karena dipanaskan sehingga mengendap

Sebagai hasilnya tegangan antar muka butiran emulsi akan meningkat, agent yang terdapat pada lapisan antarmuka akan terpindahkan sehingga menyisakan lapisan film yang sangat tipis dan menyebabkan

butiran emulsi berdekatan dan akan bergabung membentuk butiran yang lebih besar.

Proses pemecahan emulsi selanjutnya adalah dengan metode pemanasan dengan menggunakan steam, steam dihasilkan oleh boiler kemudian dialirkan secara konduksi melalui saluran steam coil menuju ke tanki secara terus menerus selama 24 jam, adapun sumber tenaga untuk pengoperasian berasal dari gas yang disuplai dari gas plant.

Emulsi minyak di dalam tanki akan mengalami pemanasan dari steam kemudian akan mengalami pemisahan, mekanisme pemecahan emulsi dengan metode pemanasan terjadi akibat dari :

1. Viskositas minyak emulsi akan menurun karena pemanasan hal ini akan mengakibatkan percepatan pengendapan butiran air
2. Frekuensi terjadinya benturan butir antara fasa terdispersi akan naik sehingga mempercepat proses pemecahan emulsi
3. Lapisan minyak yang tipis disekeliling air akan terpecahkan oleh uap

Setelah minyak dan airnya terpisahkan maka air formasi hasil pemisahan dapat terpisah dan emulsi dialirkan (drain) menuju tanki untuk pemrosesan lebih lanjut. Kemudian minyak diletakkan dalam tangki secara terus menerus mengalami pemanasan dan temperature minyak dijaga agar tetap panas, setelah melalui pemanasan maka minyak siap untuk dikirim atau barging menuju kilang dan didistribusikan melalui kapal.

. *Dual type emulsion*

Tipe emulsi yang sangat jarang dijumpai. Pada tipe ini, *oil in water emulsion* sebagai butiran-butiran halus tersebar didalam minyak.

PRINSIP DASAR TREATING

Penggunaan istilah *treating* umumnya akan merujuk kepada setiap usaha yang dilakukan untuk memisahkan “material-material asing” dari *crude oil.* Material-material asing tersebut adalah air, pasir, *sediment*, dan *impuritis* lainnya.

Treating melibatkan satu atau lebih prosedur di bawah ini:

- *Settlingtime*
- Penggunaan panas (*heat*)

Akan menurunkan *viscosity* emulsi dan menyebabkan air akan lebih cepat melewati minyak untuk mengendap di dasar.

- Penggunaan *chemical*

Akan menyebabkan ukuran butiran-butiran air menjadi lebih besar.

- Penggunaan arus listrik

Akan menyebabkan ukuran butiran-butiran air menjadi lebih besar.

- Penggunaan peralatan mekanikal seperti: FWKO, *wash tank*, dll.
- Penggunaan *diluent* (pengencer)

Umumnya digunakan untuk *heavy oil* dan akan menurunkan *viscosity*.

Semua prosedur di atas dan kombinasi satu dengan lainnya secara normal dibutuhkan untuk memecah *film* yang mengelilingi butiran-butiran air dan menggabungkannya. Dalam pembahasan di bawah ini hanya dibicarakan tentang *settling time*, penggunaan panas, dan *chemical* saja.

Settling

Melanjutkan dari modul sebelumnya s*ettling time* memanfaatkan prinsip perbedaan gravitasi sebagai salah satu cara dalam proses *treating*. Secara alamiah *spesific gravity* air lebih berat dari minyak, air akan berada di bawah dan minyak akan berada di atasnya. Proses pemisahan yang sempurna antara air dan minyak disamping perbedaan *spesific gravity* juga memerlukan waktu dan ruang yang cukup. Semakin besar ruang yang tersedia dan semakin lama *settling time* yang dimiliki, proses pemisahan akan lebih sempurna. Aplikasi fasilitas tersebut di *oil field* sudah dikenal dengan nama *Free Water Knock Out* (FWKO) dan *wash tank*. Peralatan tersebut menjadi sangat penting karena merupakan komponen dasar dalam proses pemisahan air dan minyak.

Gambar : Heater Treater

Panas *(heat)*

Panas merupakan salah satu persyaratan dalam proses pemisahan antara air dan minyak. Sumber panas berasal dari fluida terproduksi, sinar matahari, *heater*, dan *steam*. Salah satu faktor penggunaan panas dalam proses pemecahan emulsi ditentukan oleh jenis *crude oil*. Untuk jenis *heavy oil* dibutuhkan lebih banyak panas dibandingkan dengan jenis *lightoil*. Contoh penambahan panas di HO adalah panas yang dihasilkan oleh *steam* yang diinjeksikan. Sementara di SLO sumber panas berasal fluida terproduksi, sinar matahari, dan kadangkala membutuhkan tambahan *heater*.

Tidak semua jenis *crude oil* membutuhkan tambahan panas ataupun panas yang tinggi sekali karena memberikan dampak seperti biaya yang besar untuk pengadaan panas, bertambahnya tingkat korosi, scale, dll. Dalam kasus ini jika memungkinkan penggunaan tambahan panas pada proses *treating* sebaiknya dikurangi atau dihilangkan sama sekali.

Gambar di bawah adalah salah satu contoh peralatan tambahan panas. Jenis *heater* ini terdapat di CGS-10 dan digunakan untuk memproses *foul production* dan *slop oil*.

Chemical

Penggunaan *emulsion breaker* merupakan salah satu pertimbangan yang sangat penting ketika mendesain *treating facility*. *Chemical* akan bekerja dengan baik dalam arti bercampur dengan emulsi apabila sistem memiliki cukup agitasi di dalam *flow stream*. Hal ini berarti *chemical* mampu berhubungan dengan setiap butiran-butiran air di dalam emulsi dan menetralisir *film* dari *emulsifying agent* yang mengelilinginya. Selain agitasi dan temperatur emulsi, kualitas *chemical* sangat mempengaruhi kinerja *chemical* itu sendiri. Pada emulsi dengan panas yang cukup dibutuhkan sedikit *chemical* pada proses *treating*-nya, sebaliknya dibutuhkan lebih banyak *chemical* apabila emulsi tidak mempunyai panas yang cukup.

Gbr 6 Aplikasi *chemical* di lapangan

SCALE

Apakah *scale* itu?

Scale adalah *deposit* atau endapan keras dari mineral (*ion*) bersifat *unorganic* dan menempel pada logam atau permukaan fasilitas *oil*&*gasproduction system*.

Pengendapan *scale* merupakan suatu proses kristalisasi yang kompleks. Umumnya air mengandung ion-ion yang larut dan dalam jumlah yang banyak. Kombinasi dari ion-oin ini akan membentuk persenyawaan yang mempunyai daya larut yang rendah di dalam air. Ketika air yang melarutkan senyawa tersebut telah jenuh, maka senyawa akan diendapkan sebagai *solid.* Senyawa ini biasanya berupa senyawa karbonat, silikat maupun fosfat/sulfat. Untuk daerah operasi *on-shore* biasanya senyawa yang terbentuk adalah jenis kalsium karbonat sementara untuk daerah operasi *off-shore* seperti di Laut Utara sering ditemui deposit berupa barium sulfat. Senyawa karbonat memiliki keunikan dimana pada suhu yang tinggi kelarutannya dalam air akan berkurang sehingga cenderung mengendap. Tingkat kecenderungan terbentuknya *scale* pada suatu formasi biasanya ditentukan/diukur dalam skala *scale index*. *Scale index* didapat dari *sampling* air dan melalui analisa laboratorium. Senyawa-senyawa yang ada dalam *sampling* air tersebut akan dianalisa kesetimbangannya untuk menentukan tendensi terbentuknya *scale*.

Ada tiga kondisi yang menyebabkan terjadinya proses kristalisasi dari senyawa-senyawa dalam air:

- *Supersaturation* (larutan lewat jenuh)
- *Nucleation* (pengintian)

- *Contact time* dan *crystal growth* (lamanya berhubungan dan perkembangan kristal)

Supersaturation

Supersaturation adalah larutan yang mengandung senyawa-senyawa yang dapat larut dalam jumlah konsentrasi tinggi (jenuh) dibandingkan dengan konsentrasi seimbang.

Supersaturation dapat terjadi karena sebab-sebab berikut ini:

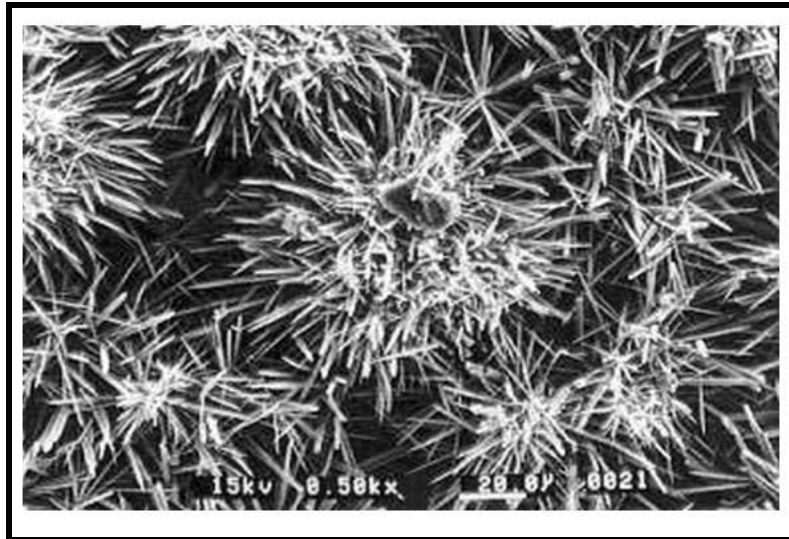
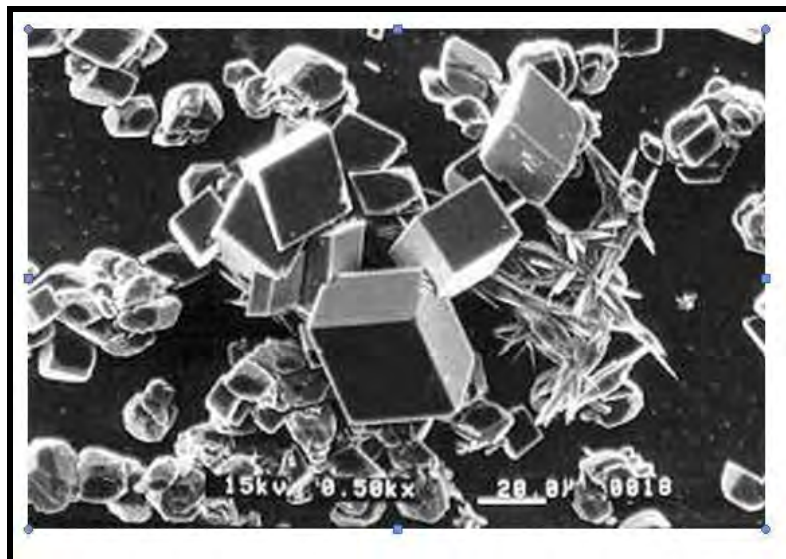
Perubahan temperatur air

- Perubahan (kenaikan) pH air
- Perubahan tekanan air
- Perubahan agitasi
- Campuran air yang tidak kompatibel

- Nucleation

Nucleation merupakan awal terbentuknya endapan yang terjadi dalam campuran yang jenuhyang mempunyai ion-ion di dalamnya. *Ion-ion* tersebut berada dalam gerakan yang konstan dan bergerak ke dalam dan keluar yang disebabkan oleh pengaruh bidang *ion* yang lain.

Ion dipenuhi tenaga listrik dan akibatnya ditarik ke *ion* yang mempunyai tenaga listrik yang berlawanan, sehingga terbentuk kelompok-kelompok *ion* yang disebut dengan "*cluster*". Gabungan *cluster* yang terjadi secara terus menerus menjadi lebih besar dan stabil disebut *crystallites.* Proses terbentuknya *crystallites* disebut

nucleation. Apabila proses *nucleation* telah mencapai tahap *crystallite*, proses akan berlanjut sampai menghasilkan *crystal*.

Gbr. 7a*Cluster* $CaCO_3$*aragonite*

Gbr. 7b*Cluster* $CaCO_3$ *calcite*

Gbr 7c*Calcite crystal*

- <u>Contact time dan crystal growth</u>

Untuk membentuk *scale* dari proses terbentuknya *supersaturation* dan proses *nucleation*, harus ada *contact time* yang cukup diantara *supersaturation* dan tempat terjadinya *nucleation* pada permukaan logam. Waktu yang dibutuhkan bervariasi tergantung kepada *temperature*, *pressure*, *agitation*, tipe mineral, dan derajat *supersaturation.* Untuk tipe mineral, semakin kecil tingkat daya larutnya, semakin sedikit waktu yang dibutuhkan. Untuk derajat *supersaturation* semakin tinggi derajatnya semakin pendek *contact time*. Semua variabel di atas memiliki pengaruh pada mekanisme pertumbuhan *crystal*.

Jenis-jenis *scale*

Jenis *scale* yang umumnya ditemukan di *oil*&*gas production system* adalah:

- *Calcium carbonate* atau *calcite* ($CaCO_3$)
- *Calcium sulfateanhydrate* ($CaSO_4$)
- *Calcium sulfategypsum* ($CaSO_{4.}2H_2O$)
- *Calcium sulfatehemyhydrate* ($CaSO4.½H_2O$)
- *Barium sulfate* ($BaSO_4$)
- *Strontium sulfate* ($SrSO_4$)
- *Ironsulfate*
- *Iron compound*, seperti $FeCO_3$ (*iron carbonate*), Fe_2O_3 (*iron oxide*), dan FeS_2 (*iron sulfide*)

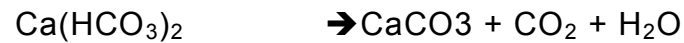
- Calcium carbonate = $CaCO_3$

Ketidakstabilan air formasi; menurunnya tekanan pada sistem, lepasnya CO_2 yang terlarut dalam air, naiknnya pH air, menyebabkan terbentuknya *calciumcarbonate*.

Gbr. 8*Calcium carbonate*

Scale jenis ini terbentuk dari kombinasi ion *calcium* dengan ion *bicarbonate.*

$$Ca^{++} + 2(HCO_3^-) \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO3 + CO_2 + H_2O$$

Kondisi yang potensial untuk terbentuknya $CaCO_3$:

- Kenaikan temperatur
- Kenaikan pH
- Penurunan tekanan
- Penurunan *Total Dissolved Solid* (TDS)

- Calcium sulfate (gypsum) = CaSO4.2H2O

  Calcium sulfate scale dapat terjadi apabila ada penurunan tekanan dalam sistem dan temperatur di bawah 100 ^oF (makin tinggi temperatur makin kurang kemungkinan *gypsum scale* terjadi).

Gbr. 9*Calcium sulfate*

- <u>Barium sulfate = BaSO4</u>

  Bercampurnya *incompatible water*; Kebanyakan air formasi mengandung *barium*&*strontium*, jika bercampur dengan air laut yang banyak mengandung *sulfate* akan menyebabkan terbentuknya *scale* tipe *barium sulfate*.

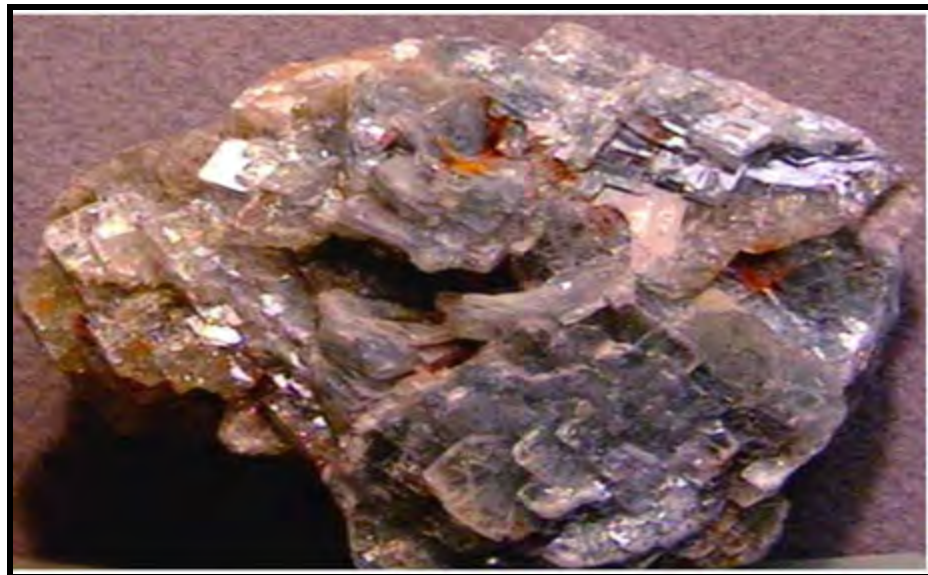



Photo Internet

Gambar . Barium sulfate

- <u>Iron compound</u>

◦ CO_2 bereaksi dengan iron membentuk *scale* $FeCO_3$ (*siderite*). *Scale* ini tergantung pada kondisi pH air (pH > 7 mudah terbentuk)

◦ H_2S akan membentuk *iron sulfide* (FeS_2) dan membentuk *scale* yang tipis. *Iron sulfide* membentuk “*black water*” dan mudah dikenali dengan melihat warnanya. *Iron sulfide* tergantung pada kondisi pH dan konsentrasi H_2S

◦ *Iron scale* dapat juga dibentuk oleh bakteri *gallionella ferruginea*. Bakteri ini akan mengambil Fe^{++} dari air dan mengendapkan Fe^{+++}.

Tabel di bawah ini memperlihatkan pengaruh kelarutan oleh *temperature* atau *pressure* pada beberapa jenis *scale*:

Cara pembacaan: (contoh *calcite*)

Kelarutan air formasi terhadap *calcite* akan menurun pada kenaikan T (*temperature*) dan meningkat pada kenaikan P (*pressure*

SCALE	**T↑**	**P↑**
Calcite ($CaCO_3$)	↓	↑
Gypsum ($CaSO_4.2H_2O$)	↑	↑
Hemyhidrate (CaSO4.½H_2O)	↑	↑
Anyhidrate ($CaSO_4$)	↓	↑

Barite ($BaSO_4$)	↑	↑
Celestite ($SrSO_4$)	↓	↑

Problem *scale* pada *oil & gas production system*

Problem *scale* akan ada selama fluida yang diproduksi dari *reservoir* mengandung air. Ketika umur *well* bertambah tua dan sekian banyak hidrokarbon diproduksi dari *reservoir*, maka kolom air akan naik dan *well* mulai memproduksi air; kondisi ini akan berpotensi meningkatnya pengendapan *scale.*

ada *oil&gas production system* tempat-tempat yang berpotensi terjadinya *scale* adalah:

- *Wellbore*
- *Well tubular*
- *Choke*
- *Flow line/productionline*
- *Productionseparator*
- *Tank*
- *Waterline*

Problem umum yang diakibatkan oleh *scale formation* adalah:

- Berkurangnya produksi
- *Wellplugging*

- Mengurangi kapasitas pipa
- Meningkatnya resiko kecelakaan dalam operasi
- Biaya operasi meningkat

CORROSION

Apakah *corrosion* itu?

Corrosion adalah kerusakan pada *metal* karena reaksi kimia atau reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. *Corrosion* yang terjadi pada *pipe line operation* lebih banyak disebabkan oleh proses reaksi elektrokimia, sementara reaksi kimia sangat sedikit bahkan dibilang tidak ada sebagai penyebabnya. *Corrosion* dapat terjadi dimanapun pada sistem produksi minyak dan gas. Umumnya *corrosion* terjadi karena:

- Adanya air yang terkandung dalam minyak/gas
- Adanya gas, seperti O_2, CO_2, H_2S
- Adanya *sessile* (koloni bakteri)
- Terjadinya *stress cracking*

Di lingkungan lapangan minyak banyak terdapat pipa dan komponen lainnya yang dibiarkan terbuka tanpa perlindungan dari zat kimia yang dapat menyebabkan karat. Hal ini akan menyebabkan kerusakan pada peralatan tersebut, oleh karena itu Operator seharusnya memahami bagaimana mengurangi tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh *corrosion* pada metal di *well*, *flow line*, *tank*, dan peralatan lainnya.

Jenis *corrosion*

Secara umum dikenal 4 (empat) jenis *corrosion* yang berhubungan dengan *oil field*, yaitu:

- *Carbon dioxide corrosion* (*sweet corrosion*)

- *Hydrogen sulfide corrosion* (*sour corrosion*)
- *Oxygen corrosion* (*oxidation*)
- *Electrochemicalcorrosion*
- Carbon dioxide corrosion (sweet corrosion)

Carbon dioxide (CO_2) adalah senyawa korosif yang ditemukan di dalam *natural gas*, *crude oil*, *condensate*, dan *produced water*. *Corrosion* jenis ini sering ditemukan di lapangan yang banyak mengandung gas CO_2 di dalam ***crude oil***-nya.

Komposisi CO_2 terdiridarisatu atom *carbon* dengan dua atom *oxygen*. Apabila bergabung dengan air (H_2O), *carbon dioxcide* akan menghasilkan *carbonic acid* (H_2CO_2). Selanjutnya *carbonic acid* mengakibatkan penurunan pH air yang akan menimbulkan *corrosion* jika bertemu dengan logam.

- Hydrogen sulfide corrosion (sour corrosion)

Konsentrasi gas *hydrogen sulfide* (H_2S) akan naik dengan semakin tua usia *well*. Reaksi H_2S dengan H_2O akan membentuk *sulfuric acid* (H_2SO_4) yang sangat *corrosive*. *Corrosion* yang terjadi karena H_2SO_4 sering disebut dengan *sour corrosion*. Begitu mudahnya *hydrogen sulfide* bereaksi dengan air, maka berdampak kepada kerusakan berat yang terjadi di bawah level air dalam tanki.

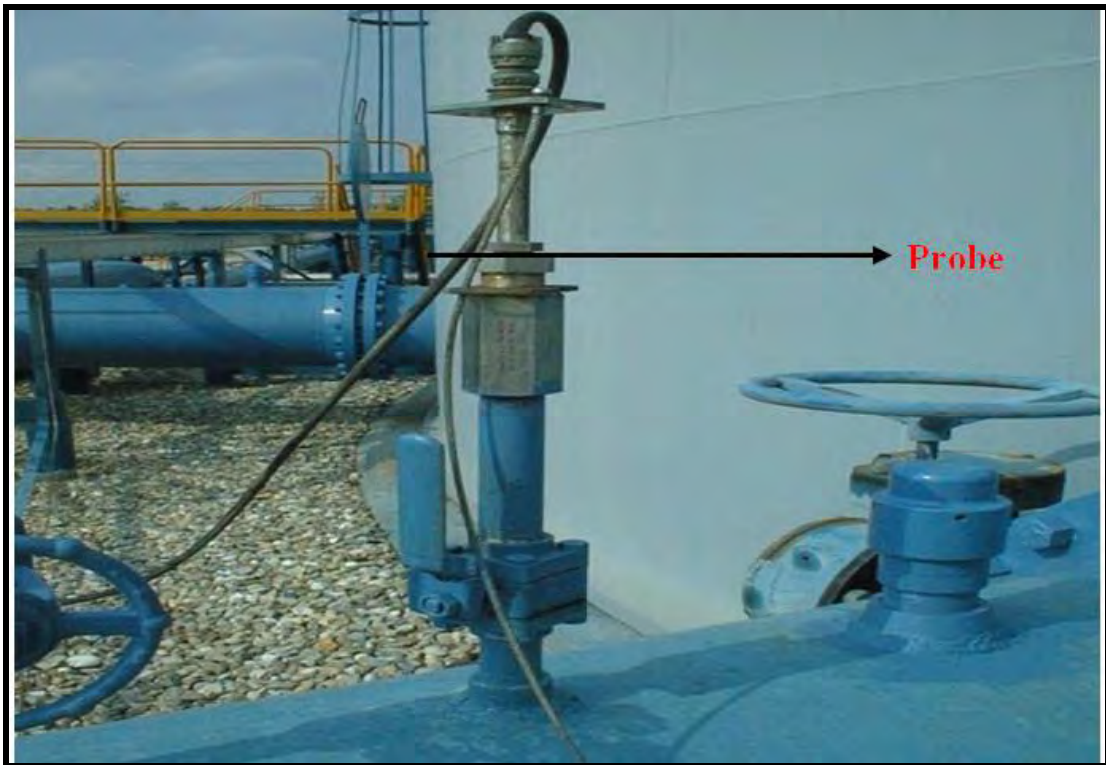
- <u>Oxygen corrosion (oxidation)</u>

Jenis *corrosion* ini paling banyak dijumpai di lapangan. *Oxygen corrosion* dimulai ketika terjadi kontak antara peralatan dengan atmosfir dan uap air/embun. Pada kondisi ini, besi dan oxygen akan bereaksi satu sama lain dan membentuk *ferric oxide* (Fe_2CO_3) atau dikenal dengan **karat**. *Oxidation* dapat juga terjadi dengan logam lain termasuk *aluminum*. Walaupun senyawa yang dibentuknya berbeda, hasilnya akan sama yaitu logam tersebut akan menjadi rapuh. *Oxidation* dapat juga mempercepat kerusakan yang diakibatkan oleh *sweet corrosion*.

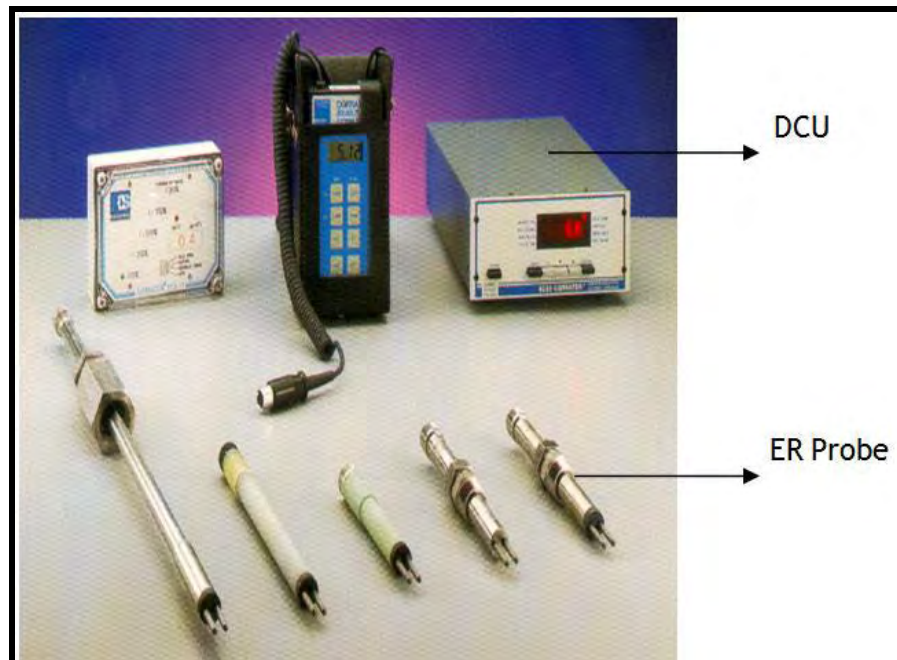
- <u>Electrochemical corrosion</u>

Corrosion jenis ini terjadi ketika logam berada dalam air, seperti peralatan *downhole* atau pipa-pipa yang disimpan dalam tanah lembab, akan menjadi bagian dari *electrical cell*. Seperti sebuah *acid battery* dengan dua buah metal didalamnya. Elektron dari satu metal akan mengalir ke metal yang lain. Hal ini akan menghasilkan metal yang memberikan elektron akan menjadi rusak (karat) dan metal lain yang menerima elektron akan membentuk lapisan yang membuatnya tidak akan berkarat. Metal yang memberikan elektron dan menjadi karat disebut *anode*, dan metal yang menerima elektron disebut *cathode*. Contoh implementasi teknik di atas adalah seperti apa yang dikenal dengan *cathodic protection*.

Mengukur tingkat *corrosion*

Untuk mengukur tingkat *corrosion*, dapat dilakukan dengan menggunakan kupon korosi atau *probe*. Kupon korosi adalah sebuah lempengan besi berukuran 2” x 1” yang dipasang membujur arah aliran. Besarnya korosi ditentukan dari jumlah berat kupon yang berkurang dibandingkan berat awal dan dinyatakan dalam *mpy* (*milles per year*).

Gbr. 11 Aplikasi *probe*

Mengetahui tingkat korosi dengan menggunakan kupon korosi akan memerlukan waktu beberapa hari karena kupon harus didiamkan di dalam sistem terlebih dahulu. Untuk waktu yang cepat (*on-line*) dapat

menggunakan probe LPR/ER dan disambungkan dengan DCU seperti pada gambar :

Gbr. 12 DCU dan ER probe

DCU adalah *data collector unit* atau sering juga disebut *data center unit*. LPR/ER (*Linear Polarization Resistance/Electroda Resistance*) *probe* adalah sebuah elektroda yang dipasang pada pipa. Kutub elektroda tersebut terendam dalam air (pipa air) atau gas (pipa gas). Cara kerjanya adalah dengan membandingkan beda potensial antar elektroda positif dan negatif. Dengan bertambahnya korosi maka deviasinya akan semakin besar. Deviasi ini nantinya akan dianalisa oleh DCU dan melalui perhitungan di komputer akan didapat *corrosion rate*-nya.

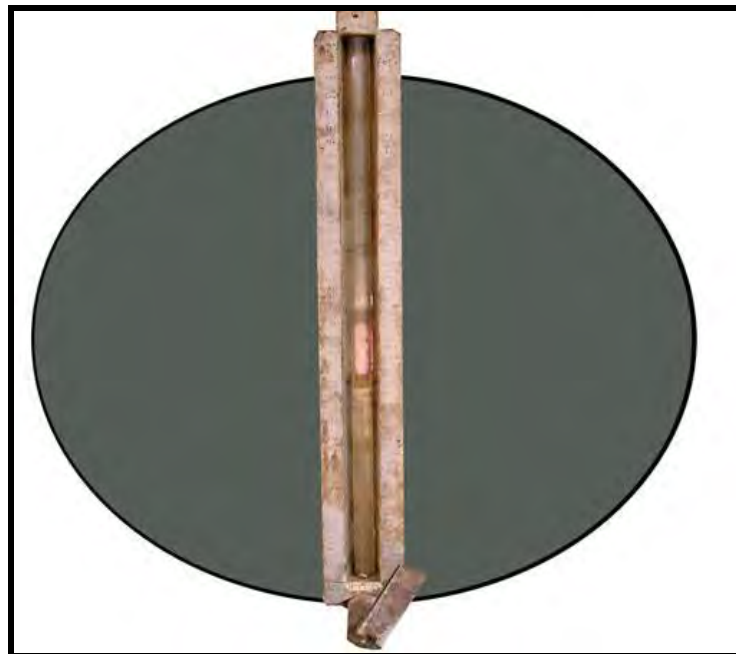
CHEMICAL

Chemical dalam industri perminyakan disamping kegunaannya untuk mencegah *scale*, *corrosion*, menurunkan pH air, dan lain-lain, juga digunakan untuk membantu proses *treating*. Jenis *chemical* yang diproduksi pada saat ini menjadi sangat berguna dan semua itu dihasilkan dari penerapan proses *trial and error*. Beberapa jenis *chemical* yang diproduksi digunakan sebagai *emulsionbreaker*, *scale inhibitor*, dll. Perusahaan-perusahaan *chemical* yang dekat dengan industri perminyakan mendapatkan pengalaman pertama mereka dari jenis *chemical* ini. *Chemical* untuk industri perminyakan telah menjadi bisnis yang menguntungkan dan hal ini ditandai dengan beberapa perusahaan *chemical* telah memiliki laboratorium penelitian dan tenaga ahli sendiri. Semua ini untuk membantu perusahaan minyak dalam memilih jenis *chemical* yang tepat dan memecahkan persoalan-persoalan yang berhubungan dengan penerapan *treating* di field. Namun perlu diingat, cara yang paling baik untuk men-test *chemical* adalah dengan proses percobaan-percobaan yang dilakukan di *field* dan bukan di laboratorium.

Emulsion breaker

Jenis *emulsion breaker* yang umum digunakan di industri perminyakan adalah jenis *demulsifier* dan *reverse demulsifier.* Emulsi dengan tipe *waterin oil emulsion* atau *normal emulsion* dapat dipecahkan dengan menggunakan *demulsifier*, sedangkan *reverse demulsifier* digunakan untuk emulsi jenis *reverse emulsion* atau *oil in water emulsion*.

- <u>Demulsifier</u>

Agar *chemical* bekerja sebagai *emulsion breaker* pada emulsi jenis *normalemulsion*, *chemical* tersebut harus sanggup menon-aktifkan *emulsifying agent* yang mengelilingi butiran-butiran air yang tersebar. *Demulsifier* yang digunakan untuk memecah *water in oil emulsion* cukup ditambahkan pada *treating system* dalam jumlah yang sedikit. *Chemical* jenis ini harus larut dalam minyak dan bekerja pada permukaan butiran-butiran air yang akan menyebabkannya terpecah. Ketika terjadi kontak dengan *emulsifying agent*, terjadi efek yang meyebabkan *emulsifying agent* menjadi lemah. Proses selanjutnya butiran-butiran air yang bergerak dengan bebas, satu sama lain akanbertabrakan di dalam minyak dan dengan mudah bergabung. Gabungan ini akan membentuk butiran-butiran air yang besar dan selanjutnya mengendap, sementara minyak akan membentuk satu lapisan minyak dengan BS&W yang rendah.

Gbr. 13*Chemical* jenis *demulsifier*

Performa satu jenis *demulsifier* ditentukan dari berapa jumlah air dan *sediment* (BS&W) yang tersisa dalam lapisan minyak yang telah di-*treat*. Semakin kecil BS&W maka performa *demulsifier* akan semakin baik. Namun demikian *demulsifier* bersifat spesifik, artinya *demulsifier* hanya bekerja pada suatu jenis minyak tertentu dan bisa jadi tidak bekerja pada jenis minyak yang lain. Hal ini menyebabkan *demulsifier* yang baik untuk digunakan pada minyak yang berasal dari suatu *field* bisa menjadi tidak bekerja sama sekali jika digunakan pada jenis minyak lain. Bahkan adanya perubahan yang signifikan terhadap suatu jenis minyak (misalkan ada penambahan jumlah *well*) bisa mengakibatkan *demulsifier* yang biasa bekerja dengan baik menjadi berkurang kinerjanya. Untuk menentukan jenis *demulsifier* yang tepat untuk suatu jenis minyak, dilakukan formulasi *demulsifier* atau dikenal dengan nama *bottle test.*

Gbr. 14*Botol test demulsifier*

Pada saat melakukan *bottle test*, *demulsifier* yang bekerja dan tidak bekerja akan langsung terlihat seperti gambar di atas. Terlihat bahwa *demulsifier* yang tepat akan menghasilkan pemisahan air yang lebih baik (kiri) dibanding yang tidak tepat (kanan). Selain jumlah air yang terpisah, pada *demulsifier* yang baik jika diambil minyaknya dan diputar dengan *centrifuge* juga akan menghasilkan BS&W yang baik seperti gambar berikut:

Gbr. 15 Kandungan BS&W pada sampel minyak yangmemakai *demulsifier*

Pada gambar di atas makin ke **kanan** jumlah air yang terkandung dalam minyak semakin besar. Dari sini dapat disimpulkan makin ke **kanan***demulsifier* yang digunakan semakin buruk.

Sering dijumpai *demulsifier* secara mendadak gagal menunjukkan kinerjanya di lapangan. Hal ini disebut *crude upset*. Pada kejadian *crudeupset*, *demulsifier* yang biasa digunakan tidak lagi dapat menghasilkan BS&W seperti keadaaan normal sehingga hal ini sangat mengganggu.

Beberapa penyebab yang sering dijumpai adalah :

- *Temperaturedrop*

D*emulsifier* bekerja pada temperatur tertentu. Pada temperatur yang jauh di bawah kondisi normal-nya, *demulsifier* akan berkurang *performance*-nya. *Temperature drop* biasanya disebabkan karena banjir, hujan, matinya *well* pemanas atau pengaturan level *washtank* yang tidak tepat.

- *Retention time* kurang

Retention time bisa didefinisikan sebagai waktu tinggal yang diperlukan agar *demulsifier* dapat bekerja dengan maksimal.

- Adanya bahan kimia lain yang mengganggu

  Penggunaan asam pada proses *acidizing well* sering mengganggu kinerja *demulsifier*

- Sistem

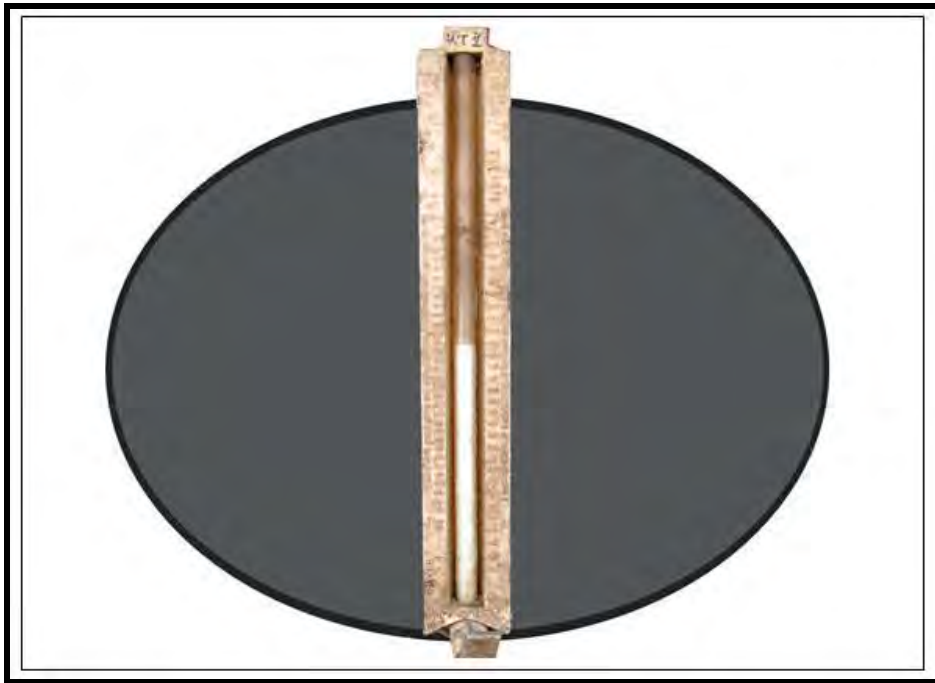
  Perubahan pada sistem pengolahan minyak bisa mengganggu kerja *demulsifier* jika tidak tepat, seperti pengurangan debit fluida, pemasangan separator baru, dan sebagainya.

LEMBARAN DATA BAHAN BERBAHAYA

IDENTIFIKASI PRODUK	
Nama Produk	Demulsifier
Komposisi	Ethoxylates in hydrocarbon solvent
Sifat Fisik	Cairan bening agak kekuningan
Berat Jenis	0.910 – 1.110 gram/cc
Sifat Api dan ledakan	Mudah terbakar
PERINGATAN KESEHATAN	
Efek paparan berlebih	Iritasi jika terkena kulit dan mata
Tindakan pertolongan darurat	
Mata dan kulit	Cuci bagian yang terkena dengan air sebanyaknya
Terhisap	Jauhkan dari sumber, ambil udara segar
Tertelan	Jangan dimuntahkan. Berikan susu danair. Segera hubungi ahli medis.
INFORMASI ALAT PELINDUNG DIRI	
Pelindung pernafasan	Tidak diperlukan
Pelindung mata	Chemical splash goggle
Sarung tangan	Standar chemical

Alat pelindung diri lainnya	Pakaian kerja dan sepatu safety
PENANGANAN KEADAAN DARURAT	
Tumpahan dan kebocoran	Jauhkan sumber air, masukan tumpahan dalam container, tutup bekas tumpahan dengan pasir

- <u>Reverse demulsifier</u>

Chemical yang digunakan untuk emulsi dengan tipe *oil in wateremulsion* berbeda dengan yang digunakan pada emulsi dengan jenis *water in oil emulsion.* Apabila pada *water in oil emulsionchemical* yang digunakan bersifat *oil soluble,* maka pada *oil in water emulsion* bersifat *water soluble*. Hal ini berarti *chemical* tersebut (*reversedemulsifier*) akan larut dalam air dan berhubungan dengan permukaan butiran-butiran minyak. Selanjutnya *reverse demulsifier* memecah *emulsifying agent* yang mengelilingi butiran-butiran minyak dan mengakibatkan butiran-butiran minyak akan melekat satu sama lain atau *coagulate.* Gabungan ini akan membentuk gelembung-gelembung besar minyak yang akan bergerak ke permukaan air. Dengan menggunakan *reverse demulsifier* diharapkan air yang terproduksi akan mengandung kadar minyak (*oil content*) yang rendah sehingga tidak mengganggu bagi lingkungan.

Gbr. 16*Chemical* jenis *reverse demulsifier*

Reverse demulsifier umumnya terbagi atas 2 jenis, yaitu:

- *Coagulant*
- *Flocculant*

Reverse demulsifier jenis *coagulant* biasanya digunakan untuk jenis air yang memiliki tipe *droplet* (ukuran minyak yang masih ada di dalam air) besar. Jika ukuran *droplet* besar, penambahan *coagulant* cukup untuk membantu menyatukan butiran-butiran minyak tadi. Untuk beberapa sistem yang memiliki *droplet size* minyak kecil, *coagulant* tidak bisa berfungsi dengan baik karena untuk bisa membentuk *droplet* yang besar tidak akan cukup waktu, maka dipakai *flocculant*. Dia akan membentuk semacam jembatan antar *droplet* yang kecil sehingga lebih suka untuk berdekat-dekatan dan akhirnya bergabung.

Penggunaan *reverse demulsifier* diinjeksikan secara terus menerus pada sistem dengan dosis ppm tertentu seperti halnya *demulsifier*. Sama dengan *demulsifier*, *reverse demulsifier* juga bersifat spesifik. *Reverse demulsifier* yang bekerja pada tempat tertentu bisa jadi tidak bekerja pada tempat yang lain sehingga *bottle test* perlu dilakukan untuk memilih *reverse demulsifier* yang tepat.

Agar *reverse demulsifier* dapat bekerja dengan baik di lapangan perlu diperhatikan hal-hal berikut :

- Jenis *reverse demulsifier*

Reverse demulsifier harus sesuai dengan jenis air yang terproduksi dan harus kompatibel dengan *demulsifier* yang digunakan. Penggunaan *reverse demulsifier* yang tidak kompatibel dengan *demulsifier* bisa menyebabkan gangguan pada BS&W, *oil content* maupun keduanya.

- Dosis yang digunakan

Dosis yang digunakan hendaknya sesuai dengan jenis *reversedemulsifier*. Umumnya digunakan 1 – 5 ppm dari *produced water*. Kelebihan penggunaan dapat menyebabkan *overtreat*.

- Sistim injeksi yang digunakan

Posisi injeksi *reverse* bisa sangat berpengaruh, terutama jika jenis yang diinjeksikan adalah tipe *flocculant*.

- Proses *settling* di wash tank (*retention time* dan turbulensi)
- *Retention time* air yang terlalu singkat atau adanya turbulensi di dalam pipa/*wash tank* dapat menyebabkan terganggunya kinerja *reverse demulsifier*.

<u>METERIAL SAFETY DATA SHEET</u>

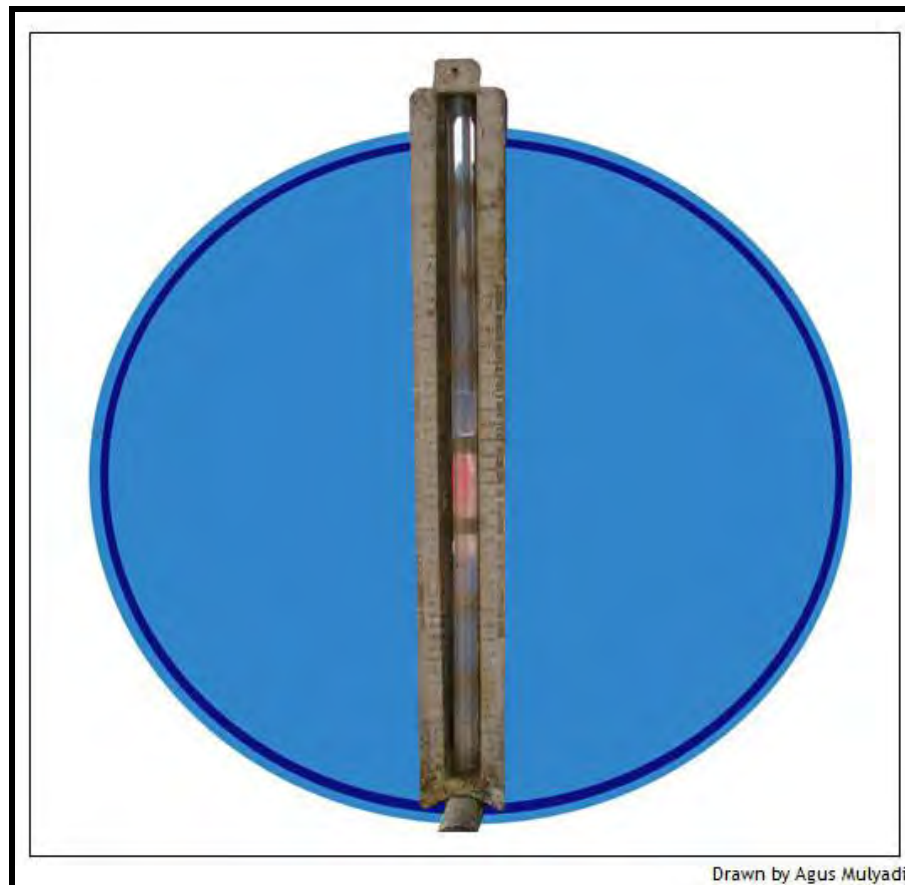
LEMBARAN DATA BAHAN BERBAHAYA

IDENTIFIKASI PRODUK	
Nama Produk	Reverse demulsifier
Komposisi	Acrylic Polymer
Sifat Fisik	Cairan putih beraroma acrylic
Berat Jenis	1.031 – 1.050 gram/cc
Sifat Api dan ledakan	Tidak mudah terbakar. Sangat stabil
PERINGATAN KESEHATAN	
Efek paparan berlebih	Iritasi jika terkena kulit dan mata, pusing
Tindakan pertolongan darurat	
Mata dan kulit	Cuci bagian yang terkena dengan air sebanyaknya
Terhisap	Jauhkan dari sumber, ambil udara segar
Tertelan	Jangan dimuntahkan. Berikan susu danair. Segera hubungi ahli medis.
INFORMASI ALAT PELINDUNG DIRI	
Pelindung pernafasan	Tidak diperlukan, kecuali di ruang tertutup

Pelindung mata	Chemical splash goggle
Sarung tangan	Standar chemical
Alat pelindung diri lainnya	Pakaian kerja dan sepatu safety
PENANGANAN KEADAAN DARURAT	
Tumpahan dan kebocoran	Timbun dengan pasir, bersihkan tempat kebocoran dengan air

- <u>Scale inibitor</u>

Treating untuk *scale* adalah suatu proses yang agak rumit karena memerlukan perhatian yang berlebih. Problem *scale* idealnya diatasi lebih awal karena apabila itu tidak dilakukan, problem pada *downhole* dan pembersihan di permukaan akan menghadang.

Metoda yang umum dan paling baik digunakan untuk mencegah dan mengontrol pengendapan *scale* adalah *scale inhibitor. Scale inhibitor* mengganggu terbentuknya *scale deposit*.

Gbr. 17 *Chemical jenis scale inhibitor*

Ada beberapa *treatment scaleinhibitor* yang sering digunakan, antara lain :

- Injeksi *surface*

Yaitu injeksi *scale inhibitor* secara terus menerus di permukaan, meliputi injeksi di pemipaan, *gas boot*, *well head* dan sebagainya.

- Injeksi *downhole*

Yaitu injeksi *scale inhibitor* secara terus menerus dengan tujuan melindungi tubing/pompa dengan cara menyuntikkan *chemical* ke dasar sumur/formasi

- Injeksi *squeeze*

Yaitu injeksi *scale inhibitor* secara *batch*. Diinjeksikan ke dalam formasi dalam jumlah besar sebanyak satu kali dalam 6-12 bulan dan secara perlahan akan tersedot ke permukaan.

Banyaknya *scale inhibitor* yang digunakan berkisar antara 2 hingga 20 ppm dari air yang terproduksi. Efektifitas *scale inhibitor* biasanya diukur dengan menggunakan *scale coupon* dimana semakin besar pertambahan berat *scalecoupon* yang ditanam, maka pertumbuhan *scale* semakin ganas atau *scaleinhibitor* semakin kurang kinerjanya.

Scale coupon adalah sebuah alat berupa lembaran besi seukuran 2 x 1 " dengan lubang-lubang yang beraneka ukuran, yang dipasang secara melintang pada aliran. Lubang-lubang ini akan tertutup oleh *scale* dengan bertambahnya waktu. Penambahan berat akibat terbentuknya *scale* dinyatakan dalam satuan mgpsfd (*miligram per square feet per day*/ *miligram scale* yang terbentuk per kaki persegi per hari).

Chemical jenis ini menggunakan satu atau lebih dari tiga cara dalam proses kerjanya:

- Mengganggu proses *nucleation*

Pada proses ini *ion-ion inhibitor* dengan ukuran cukup besar mampu mengganggu *scalling cluster* dan mencegahnya untuk tumbuh dalam ukuran yang akan membentuk *crystallites*.

- Mengganggu pertumbuhan *crystal*

Pada proses ini *inhibitor* dengan jumlah sedikit harus mampu mengganggu pertumbuhan kristal yang terjadi di tempat tertentu.

- Memodifikasi permukaan *crystal*

METERIAL SAFETY DATA SHEET

LEMBARAN DATA BAHAN BERBAHAYA

IDENTIFIKASI PRODUK	
Nama Produk	Scale Inhibitor
Komposisi	Phosponic Acid and Polymer
Sifat Fisik	Cairan bening agak kekuningan
Berat Jenis	1.025 – 1.052 gram/cc
Sifat Api dan ledakan	Tidak mudah terbakar. Stabil
PERINGATAN KESEHATAN	
Efek paparan berlebih	Iritasi jika terkena kulit dan mata
Tindakan pertolongan darurat	
Mata dan kulit	Cuci bagian yang terkena dengan air sebanyaknya
Terhisap	Jauhkan dari sumber, ambil udara segar
Tertelan	Jangan dimuntahkan. Berikan susu dan air. Segera hubungi ahli medis.
INFORMASI ALAT PELINDUNG DIRI	
Pelindung pernafasan	Tidak diperlukan

Pelindung mata	Chemical splash goggle
Sarung tangan	Standar chemical
Alat pelindung diri lainnya	Pakaian kerja dan sepatu safety
PENANGANAN KEADAAN DARURAT	
Tumpahan dan kebocoran	Ambil jika memungkinkan Timbun dengan pasir, cairan aman untuk ditimbun

- <u>Descaler</u>

Pada suatu sistem yang telah terbentuk *scale deposit*, pembersihan dengan cara mekanikal terkadang memakan waktu yang lama dan memerlukan tenaga kerja dalam jumlah banyak. Untuk memudahkan proses penghilangan *scale* ini dilakukan proses secara kimia dengan cara merendam bagian yang terkena *scale* dengan *descaler*.

Descaler adalah suatu bahan kimia yang dapat melarutkan *scale* dengan cepat. Dalam hitungan 1-24 jam diharapkan *scale* telah larut, hancur atau melunak sehingga tidak memerlukan pembersihan mekanikal lagi.

Descaler digunakan dengan cara merendam *scale* atau melewatkan larutan *descaler* melalui daerah yang terbentuk *scale*. Penggunaan *descaler* sangat dianjurkan dan penggunaan asam pekat untuk

melarutkan *scale* sebaiknya dihindari. *Descaler* sekalipun berfungsi untuk menghilangkan *scale* namun lebih aman bagi permukaan logam dibandingkan asam. Penggunaan asam dapat menyebabkan korosi pada permukaan logam sehingga asam tidak dianjurkan. Berbeda dengan *descaler* yang telah mengandung bahan kimia anti korosi dan memiliki pH yang lebih netral.

- Corrosion inhibitor

Untuk menghentikan *corrosion*, penempatan yang tepat semua peralatan dari lingkungannya akan mencegah terjadinya *chemical reaction* dan *electrochemical reaction*. Pencegahan yang baik terhadap *corrosion* adalah apabila dimulai pertama kali saat pengeboran *well* dan dilanjutkan pada semua peralatan. Hal ini perlu ditekankan karena biaya *drillingwell*, pemasangan *surface equipment*, dan konstruksi fasilitas lainnya adalah investasi yang besar sementara *well* belum cukup untuk mendukung pengembalian biaya yang sudah dikeluarkan.

Ada banyak metode perlindungan terhadap *corrosion* dan sebaiknya Operator memahami semua metode ini agar dapat mengambil keputusan yang tepat untuk menerapkannya. Semua metode termasuk *chemical*, *mechanical*, dan *electrical* adalah sbb :

Salah satu metode yang akan dibahas lebih dalam adalah penggunaan *chemicalprotection* dengan jenis *corrosion inhibitor*.

Corrosion inhibitor adalah bahan kimia yang diinjeksikan ke dalam sistem dengan tujuan untuk melapisi permukaan dalam pipa dengan lapisan anti korosi sehingga pipa terhindar dari korosi. *Corrosion inhibitor* terbagi atas beberapa janis, yang umum digunakan antara lain *water corrosion inhibitor* dan *gas corrosion inhibitor*. *Water corrosion inhibitor* adalah bahan kimia anti korosi yang diinjeksikan dalam sistim yang berisi liquida, dimana bahan kimia ini akan larut dalam liquida dan melapisi bagian dalam pipa sehingga dapat mencegah terjadinya korosi. *Gas corrosion inhibitor* diinjeksikan dalam sistem, terbawa oleh gas dan akan menempel pada permukaan dalam pipa sehingga mencegah terjadinya korosi. *Corrosioninhibitor* biasanya diinjeksikan pada pipa, *inlet vessel/tank*, *downhole* maupun *fire network*. Jenis bahan yang digunakan berbeda-beda untuk penggunaan yang berbeda. Bahkan untuk sistem dengan keterbatasan kecepatan aliran sebaiknya digunakan alat bantu inisiator, seperti *sprayer* atau *stringer*.

Penggunaan *corrosion inhibitor* ada 2 cara, yaitu injeksi secara terus menerus pada sistem atau dengan melakukan *batching/pigging*. Injeksi secara *batch* pada saat *pigging* digunakan terutama untuk pipa gas dimana *chemical* dalam jumlah besar dimasukkan ke dalam pipa dan didorong dengan menggunakan *pig* sehingga seluruh permukaan pipa terlapisi oleh *corrosion inhibitor*. Injeksi terus menerus digunakan untuk menjaga agar permukaan yang terlapisi tadi tetap terjaga sehingga tidak memberikan tempat bagi terbentuknya korosi.

Corrosion inhibitor menggunakan satu dari tiga cara dalam proses kerjanya:

- Terakumulasi sebagai lapisan pelindung yang tipis pada permukaan *metal*
- Membentuk endapan yang akan melapisi *metal*
- Mengubah karakteristik lingkungan dengan membuang unsur-unsur pokok yang agresif

Corrosion inhibitor diklasifikasikan dalam dua kelompok besar yaitu:

1. *Inorganic corrosion inhibitor*, terdiri dari *anodic inhibitor* dan *cathodic inhibitor*.

◦ *Anodic inhibitor,* mengurangi *corrosion* dengan mengganggu reaksi *electrochemical* pada anoda di permukaan *metal*. Contoh: *nitrite*, *silicate*, dan *molybdate*.

◦ *Cathodic inhibitor*, secara umum kurang effektif dibandingkan dengan *anodic inhibitor*. Berfungsi membentuk *film* pada permukaan katoda. Contoh: *poluphosphate*, *zinc*, dan *phosphonate*.

2. *Organic corrosioninhibitor*

   Jenis *inhibitor* yang biasa disebut dengan *adsorption inhibitor* berfungsi mengurangi *corrosion* dengan membentuk lapisan pada permukaan *metal*.

- Biocide

  Menganalisa bakteri di dalam sumber air pada *water treating plant.* Sangat penting dilakukan karena bakteri dalam air injeksi merupakan sumber lain sebagai pembentuk *plug*, selain itu bakteri dapat berimplikasi juga pada terjadinya korosi. Bakteri *Sulphate Reducing Bacteria* (SRB) yang sering terdapat pada dunia perminyakan akan menghasilkan H_2S yang sangat korosif sekaligus menimbulkan bau yang tidak sedap. Untuk mengatasinya digunakan bahan kimia yang disebut dengan *biocide*.

  Biocide biasanya terbuat dari senyawa aldehid, keton atau senyawa organik lain yang diinjeksikan dalam sistem dengan sistem *batch*. Sistem *batch* maksudnya adalah *chemical* diinjeksikan satu kali dalam beberapa waktu untuk mencegah terjadinya kekebalan pada bakteri. Dosis yang umum adalah antara 40 – 200 ppm setiap kali *batch*.

Untuk mengukur kinerja *biocide* digunakan alat tes bakteri seperti *sanicheck* atau *rapidcheck* dimana sampel diambil dan dibiakkan dalam media selama beberapa hari untuk mengetahui adanya pertumbuhan bakteri. Hasil yang diperoleh dinyatakan dalam jumlah koloni/cc *sample*. Berikut adalah contoh analisa bakteri :

Gbr. 18 Contoh analisa bakteri

Bottle test

- <u>Tujuan dan prinsip dasar bottle test</u>

  Untuk menentukan jenis *chemical* yang tepat pada suatu jenis minyak agar efektif memecahkan emulsi, dilakukan formulasi *demulsifier* atau dikenal dengan nama *bottle test.Bottle test* dilakukan untuk memilih jenis *demulsifier* yang paling tepat dengan cara melakukan *treatment demulsifier* di dalam botol, dengan sampel minyak yang berasal dari *field* dan dengan perlakuan yang mendekati keadaan lapangan yang sebenarnya. Untuk melakukan *bottle test* diperlukan pengalaman dan penguasaan lapangan karena *bottle test* harus dapat mewakili keadaan lapangan yang sebenarnya.

  Hasil dari *bottle test* juga dapat mengindikasikan rasio perbandingan pemakaian *chemical* pada saat proses *treating*. Selain itu akan membantu PE dalam mempelajari karakter bermacam-macam emulsi dan menentukan jenis *chemical* yang digunakan untuk men-*treat*-nya.

  Sebelum melakukan *bottle test* tiga kondisi di bawah ini harus diperhatikan:

  - Sampel harus mewakili jenis emulsi yang akan di-treat
  - Sampel sebaiknya yang masih baru (*fresh*)
  - Sebaiknya kondisi tempat dilakukan *bottle test* disimulasikan mendekati kondisi di lapangan seperti agitasi dan panas

- <u>Pengambilan sampel</u>

Sampel untuk *bottle test* dapat diambil dari *sample cock*. Jika *samplecock* berada di *upstream* dari *injection point chemical*, maka pengambilan *sample* dapat dilakukan dengan tanpa mematikan *chemical*. Tetapi apabila *sample cock* berada di *downstream* dari *injection point chemical*, *chemical pump* perlu dimatikan terlebih dahulu dan menunggu beberapa saat sampai diharapkan sisa *chemical* di line terbawa oleh aliran fluida. Pada beberapa kasus, waktu yang diperlukan untuk melewatkan sisa chemical dapat dari beberapa jam sampai hitungan hari.

Jika karakteristik emulsi yang dihasilkan dari beberapa *well* pada *reservoir* yang sama berubah-ubah, pengambilan sampel dari hanya satu well akan menyebabkan hasil yang menyesatkan.

Peralatan injeksi *chemical*

Bahan *chemical* dapat ditambahkan dimana saja pada sistem, mulai dari *downhole* sampai ke tanki sesuai dengan pertimbangan dan kebutuhan lapangan. Ada tiga aplikasi *chemical* pada proses *oil treating* yang masing-masing mempunyai perbedaan mendasar pada tempat penginjeksiannya terhadap emulsi, yaitu:

- *Down-hole treating*

Viscocity water in oil emulsion akan bertambah dengan semakin banyaknya butiran-butiran air yang tersebar di dalam minyak. Penyebaran air di dalam minyak disebabkan oleh agitasi, sehingga suatu emulsi akan bertambah kental dengan bertambahnya agitasi. Oleh karena emulsi dengan viskositas tinggi akan menimbulkan resistensi terhadap aliran, maka penambahan *chemical* ke *down-hole* perlu dilakukan agar minyak mentah mudah mengalir ke permukaan.

Penambahan c*hemical* dipompakan langsung ke dalam sumur melalui *casingannulus*. Adakalanya *chemical* dicampur dengan *formation fluid* terlebih dahulu agar lebih effektif.

- *Flow-line treating*

Seperti *down-hole treating*, pada *flow-line treating* penambahan *chemical* dilakukan pada tempat dimana emulsi mengalami agitasi yang memadai. Umumnya tempat menginjeksikan *chemical* yang paling banyak dilakukan dengan menggunakan metoda *flow-line treating* adalah pada *up-stream separator*, terutama pada *wellhead*; atau pada *header* dimana produksi dari beberapa *well* akan bergabung.

- *Batch treating*

Adakalanya emulsi dialirkan langsung ke suatu tanki sehingga untuk memecahkan emulsi tersebut dilakukan dengan memasukkan *chemical* ke dalam tanki. Metode *treating* yang dilakukan adalah dengan langsung menambahkan *chemical* ke suatu tanki dengan sebuah *bucket* yang mempunyai lubang-lubang kecil di dasarnya. Lubang tersebut akan mengatur jatuhnya *chemical* kedalam tanki secara sedikit demi sedikit. Jika *chemical* dituangkan sekaligus ke dalam tanki cenderung akan mengendap ke dasar tanki karena *chemical* lebih berat dari air.

- <u>Injection point</u>

  Injection point adalah titik penginjeksian bahan *chemical* pada sistem. Dari titik ini jenis dan berapa banyak *chemical* akan diinjeksikan dengan menggunakan *chemical pump* akan sangat berpengaruh pada efektif tidaknya performa *chemical* tersebut. Hal ini berarti sangat penting dalam memilih tempat injeksi. Pemilihan posisi titik injeksi ditentukan oleh agitasi yang cukup pada tempat yang akan dipilih, hal ini akan memperlihatkan efektif tidaknya *chemical* tersebut bekerja dari titik injeksi sampai akhir pemprosesan. Artinya, suatu bahan kimia misalnya *demulsifier*, dikatakan bekerja dengan efektif apabila air dan minyak setelah dilimpahkan dari *wash tank* ke *shipping tank* menghasikan pemisahan yang sempurna. Gambar di bawah memperlihatkan beberapa titik injeksi untuk bermacam-macam jenis *chemical*.

Gbr. 20 Beberapa titik injeksi *chemical*

- <u>Chemical pump</u>

Chemical pump adalah pompa jenis *positive displacement* yang berfungsi memompakan bahan *chemical* seperti *demulsifier* atau *scale inhibitor* dalam jumlah tertentu dan secara terus menerus. Pabrik pembuatnya, TEXSTEAM, mengelompokkannya dalam beberapa *series* seperti 1200, 2200, 2300, 2400, 2500, 3700, 4200, 4300, 5000, 5100, 6100, 9000, dll. Umumnya operasi di CPI banyak menggunakan *chemical pump* dengan *series* 4300 dan sedikit series 5100.

Berdasarkan penggeraknya *chemical pump* dibagi menjadi 3 jenis:

- *Beam driven chemical injector*, series 1200

Pompa ini menggunakan turun naiknya *walking beam* pada *pumpingunit* sebagai penggeraknya.

- *Air or gas driven chemical injector*, series 3700, 5000, 5100, 6100, 9000

Pompa jenis ini digerakkan oleh gas yang diproduksi oleh sumur minyak yang bersangkutan.

- *Electric drive chemical injector*, series 2200, 2300, 2400, 2500, 4200, 4300

Pompa digerakkan oleh *electric motor* dengan *horse power* (HP) dari ¼ sampai 1 HP.

Bagian utamadari *chemical pump* umumnya terbagi atas:

- *Injector head*

Injector head adalah bagian dari *chemical pump* yang berfungsi sebagai alat untuk memompakan *chemical*. Pada *injector head* terdapat bagian-bagian yang diperlukan untuk pemompaan seperti *plunger*, *suction*, *discharge*, dll. Ukuran dari *injector head* ditentukan oleh ukuran *plunger* yang dipasang.

- *Gear box*

Merupakan tempat beberapa peralatan untuk merubah putaran dari *electric motor* menjadi gerakan maju mundur pada *plunger*. Adanya perubahan putaran ini menyebabkan terjadi gesekan antara dua logam yang saling bersinggungan maka pada *gear box* harus diberi *lube oil* (pelumas). Apabila akan dipergunakan untuk memompakan satu jenis *chemical,* pada *gear box* cukup dipasang satu buah *injector head* (*singlehead*), sementara untuk dua jenis *chemical* yang berbeda dipasang dua buah *injector head* (*double head*)

Air or gas driven chemical injector series 5100

Merupakan jenis pompa *single acting*, *positive displacement plunger-type*, dan digerakkan oleh *diaphragm* yang dilengkapi dengan sebuah *return spring*. *Injector head*-nya dilengkapi dengan *plunger*, *ball check*, *ball checkspring, top seat, top bushing, adjustable type packing,* dansebuah *priming valve.*

Besar pemompaan (*rate*) dikontrol oleh kecepatan pemompaan (SPM), ukuran *plunger*, dan panjang langkah pemompaan (*stroke length*). Pompa seri ini mampu menghasilkan *discharge pressure* tinggi dengan *inletgas pressure* serendah-rendahnya 8 psi. Umumnya tekanan *supply* gas harus dijaga di bawah 35 psi, jika melebihi maka sebaiknya gunakan *pressure regulator* untuk menurunkannya.

Hal-hal yang harus diperhatikan ketika mengoperasikan peralatan ini adalah:

- Tekanan supply gas
- *Oil level*
- Kebocoran sekitar *packing gland*
- Pemompaan dengan membuka *priming valve*

Gbr. 21*Air or* g*as driven chemical injector*

Electric drive chemical injector series 4300

Merupakan jenis *positive displacementpump* yang menggunakan *electric motor* sebagai tenaga penggeraknya; mempunyai *gear drive* dengan tiga standar ratio (100:1, 50:1, 25:1) dan *plunger* dengan size yang berbeda (3/16”, ¼”, 3/8”, ½”, ¾”, dan 1”). *Injector head*-nya yang

terbuat dari *stainless steel* dilengkapi dengan *drip ring* yang akan mencegah *chemical* masuk ke *gear box.* Selain *stainless steel* tersedia *injector head* dengan bahan dasar PVC yang berguna untuk memompakan *chemical* bersifat korosif.

Besar pemompaan (*rate*) dikontrol oleh kecepatan pemompaan (SPM), ukuran *plunger* dan panjang langkah pemompaan (*stroke length*). Dalam operasi sehari-hari besar pemompaan dilakukan dengan mengubah *strokelength*, semakin panjang *stroke length* semakin banyak chemical yang bisa dipompakan. Perubahan 0-100% kapasitas pemompaan dapat dilakukan ketika pompa sedang *run* karena pompa jenis ini memiliki *stroke adjusment knob* pada *gear box*-nya.

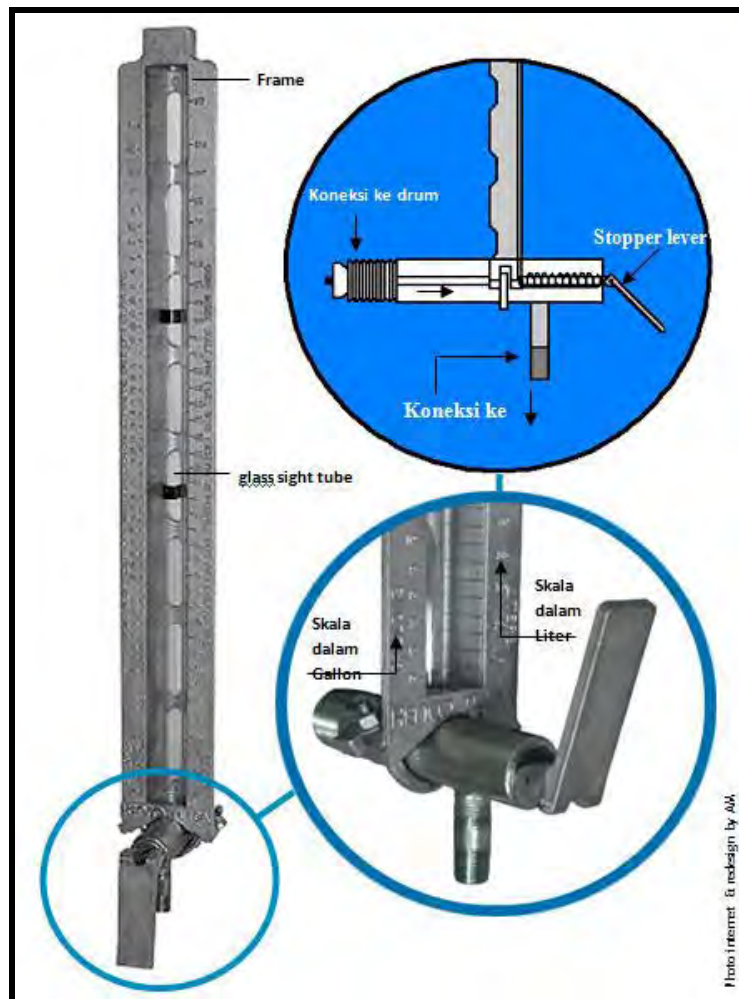
Hal-hal yang harus diperhatikan ketika mengoperasikan peralatan ini adalah:

- *Oil level* dalam *gear box*
- Kebocoran sekitar *packing gland*
- Pemompaan dengan membuka *priming valve*

Double Head

Gbr. 22*Electric drive chemical injector*

- <u>Drum gauge:</u>

  Drum gauge atau biasa disebut dengan *kenco gauge* merupakan salah satu bagian penting dari peralatan *chemical injection* dan digunakan untuk mengukur level chemical di dalam drum berkapasitas 55 gallon. Dilengkapi dengan *spring loadedtest valve* yang berguna men-test *injection rate* dari chemical pump; *glass sight tube*, dan *frame*.

Gbr. 23 Komponen *drum gauge*

Frame yang melindungi g*lass sight tube* sebagai tempat yang mengindikasikan isi dari cairan chemical di dalam drum terbuat dari *castaluminum.* Pada *frame* terdapat skala pada bagian dalam dan luar yang sudah dikalibrasi ke dalam gallon dan liter. Skala bagian luar sebelah kiri digunakan untuk mengetahui konsumsi chemical perhari dalam gallon dan bagian luar sebelah kanan untuk mengetahui konsumsi perhari dalam liter. Skala bagian dalam sebelah kiri untuk pengujian *chemical injection rate* dalam *quart* perhari dan bagian dalam sebelah kanan untuk pengujian *chemical injection rate* dalam liter perhari.

Untuk mengetahui stock *chemical* pada drum dengan menggunakan *kenco drum gauge* sebaiknya dilakukan pada waktu atau jam yang bersamaan ketika dilakukan pengambilan level antara hari ini dengan hari kemarin. Caranya dengan mengurangkan *level* tertinggi hari kemarin dengan *level* tertinggi hari ini pada skala bagian luar, maka akan didapat stock hari ini.

Pengujian *chemical injection rate* dengan menggunakan *kenco drum gauge* dapat dilakukan dengan mengikuti prosedur di bawah:

1. Siapkan sebuah jam tangan atau *stopwatch*
2. Tekan *stopper lever* atau *valve handle* ke bawah untuk menghentikan aliran *chemical* dari drum
3. Tandai level *chemical* tertinggi pada *glass sight tube*
4. Tekan terus *stopper lever* dan mulai dilakukan pengujian selama 15 detik atau 1 menit

5. Pada hitungan 15 detik atau 60 detik terakhir tandati level *chemical* terendah pada *glass sight tube*
6. Lepaskan *stopper lever*
7. Hitung penurunan *chemical* di dalam *glass sight tube* berdasarkan skala bagian dalam (quart/day)

   Catatan: 1 quart = ¼ gallons

Formula perhitungan pemakaian *chemical*

1. *Demulsifier*

   Dosis *demulsifier* biasanya dinyatakan dalam ppm (*part per million*/bagian per juta) dengan formula sebagai berikut :

$$ppm = \frac{gall.\ Dem}{42} \times \frac{1000000}{BOPD}$$

   atau untuk menentukan gallon *demulsifier* yang harus diinjeksikan

$$Gall.\ Dem = \frac{ppm \times BOPD \times 42}{1000000}$$

   Contoh (1) :

   Pematang GS setiap harinya menggunakan *demulsifier* sebanyak 12 gallon dengan produksi minyak (BOPD) 10000 bbl, berapa ppm-kah dosis *demulsifier* yang digunakan?

   Jawab (1):

$$ppm = \frac{gall.Dem}{42} x \frac{1000000}{BOPD}$$

$$ppm = \frac{12}{42} x \frac{1000000}{10000}$$

$$ppm = \frac{12000000}{420000}$$

$$ppm = 28.57$$

Contoh (2) :

Petani GS dengan produksi minyak 14500 bbl/day menggunakan *demulsifier* dengan dosis 23 ppm. Berapakah jumlah gallon *demulsifier* yang digunakan setiap harinya ?

Jawab (2)

$$gall.Dem = \frac{ppm \times BOPD \times 42}{1000000}$$

$$gall.Dem = \frac{23 \times 14500 \times 42}{1000000}$$

$$gall.Dem = \frac{14007000}{1000000}$$

$$\underline{gall.Dem = 14}$$

2. *Reverse Demulsifier* atau *scale inhibitor*

Dosis *reversedemulsifier* atau *scale inhibitor* dinyatakan dalam *ppm* dengan formula sebagai berikut :

$$ppm = \frac{gall.\ Re.Dem.\ or\ Scale\ inh.}{42} \times \frac{1000000}{BWPD}$$

Untuk menentukan gallon *reversedemulsifier* atau *scale inhibitor* yang harus diinjeksikan adalah sebagai berikut:

$$Gall.\ Re.Dem.\ or\ Scale\ inh. = \frac{ppm \times BWPD \times 42}{1000000}$$

WAX INHIBITOR

Perilaku Fasa Wax

Wax bukanlah komponen tunggal, seperti halnya aspalten yang mana komposisinya dideskripsikan sebagai C_{nB+}[1] yaitu komponen parafin dengan berat molekul yang tinggi. Komponen wax ini dapat terlarut di crude oil dan di kondensat dalam bentuk fasa liquid. Kelarutan parafin wax ini sangat sensitif terhadap perubahan temperatur. Perubahan temperatur adalah faktor yang mempengaruhi proses pembentukan kristal-kristal wax. Parafin wax tetap terlarut di crude oil pada saat di reservoir dan mengalami kesetimbangan dengan crude oil secara termodinamika. Sama halnya dengan peristiwa pengendapan aspalten, saat kesetimbangan termodinamika mulai terganggu, seperti terjadinya perubahan temperatur atau tekanan, maka parafin akan mengkristal atau mulai mengendap. Parafin mengendap bisa juga disebabkan hilangnya fraksi volatil (*volatile light end*) di crude oil [1], dimana fraksi volatil di dalam crude oil seolah-olah bertindak sebagai pelarut bagi parafin wax. Ketika fluida campuran ini mulai didinginkan, maka setiap komponen wax akan terpisah (menjadi tidak terlarut) sampai akhirnya komponen wax yang memiliki berat molekul tinggi akan memadat (*solidify*). Peristiwa dimana pertama kali terbentuknya kristal wax pada temperatur tertentu ini disebut dengan *onset of wax crystallization* atau lebih dikenal dengan istilah *cloud point* atau *wax appearance temperature* (WAT).

Ada dua parameter utama yang mempengaruhi kelarutan wax di dalam minyak pada kondisi ambient yaitu temperatur dan komposisi, sedangkan tekanan memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap

pembentukan wax di minyak bila dibandingkan dengan dua parameter diatas [1]. Kuna et.al (2000) menyatakan dalam studinya bahwa aliran minyak crude yang mengandung wax (*waxy crude oil*) umumnya properti yang diukur adalah :

- *wax appearance temperatur* (WAT)
- *pour point temperatur* (PP) atau *cloud point temperatur* (CP)
- *gel strength*

Dengan menggunakan WAT dan PP atau CP, maka problematika perilaku dari *waxy crude oil* dapat di mapping ke dalam 3 wilayah skala temperatur :

1. wilayah dimana temperatur minyak diatas WAT. Pada wilayah ini suatu fluida minyak akan berperilaku seperti fluida Newtonian, sehingga tidak ada resiko *wax deposition*.
2. wilayah dimana temperatur minyak dibawah PP (atau CP). Pada wilayah ini suatu fluida minyak menunjukkan perilaku seperti fluida yang sangat NonNewtonian (*highly non-Newtonian*), dan minyak mungkin akan membentuk *gel*.
3. wilayah dimana temperatur minyak berada diantara WAT dan PP (atau CP). Pada wilayah ini suatu fluida minyak menunjukkan perilaku seperti fluida non-Newtonian.

Umumnya pengukuran WAT dan PP (atau CP) dilakukan terhadap contoh minyak yang terdapat di tangki timbun dan hasil pengukuran digunakan untuk mengestimasi metode pengangkutan/transportasi minyak di pipeline (*flow assurance*). Operasional di lapangan akan lebih mudah dan murah bila minyak

sejak awal memiliki karakteristik temperatur ambient diatas WAT dan PP (atau CP).

Komponen paraffin wax dalam crude oil umumnya merupakan masalah yang cukup pelik yang dihadapi produser, transporter dan refiner migas. Pada umumnya komponen volatile yang terkandung dalam crude oil akan teruapkan sehingga konsentrasi fraksi berat crude oil naik, hal ini menyebabkan :

1. Pressure drop, turunnya drive efficiencies
2. Aliran fraksi berat menurun, aliran crude oil melambat menyebabkan kemungkinan deposit wax cepat terbentuk. [13].

Gambar 24 Waxy crude oil

Pour Point

Ketika *waxy crude oil* didinginkan sampai dibawah WAT, endapan wax akan terus terjadi dan akhirnya ukuran dan jumlah dari kristal wax akan bertambah. Kristal-kristal ini, jika tidak diganggu, akan saling mengkait dan membentuk suatu struktur jaringan jebakan minyak [(1)]. Sebagai hasil akhir, minyak akhirnya membentuk seperti *gel* dan viskositas minyak semakin meningkat. Pada temperatur tertentu, bergantung pada jumlah wax yang terendapkan dan kuatnya struktur jaringan, maka minyak tersebut akan berhenti mengalir. Temperatur terendah dimana minyak mulai berhenti mengalir disebut dengan *solid point*, sedangkan 3^{o} C sebelum minyak berhenti mengalir disebut dengan *pour point* (ASTM D 93).

Gel Strength

Ketika crude oil mulai didinginkan dibawah *pour point* nya atau temperatur nya dijaga dibawah *pour point* nya, maka jaringan kristal terus berkembang dan semakin kuat membentuk suatu *interlocking structur*e. Beberapa kondisi yang mungkin muncul ketika *pipeline* mengalami *shutdown* yang direncanakan atau yang tidak direncanakan serta temperatur sekeliling *pipeline* berada dibawah *pour point* minyak, maka kristal wax mulai muncul. Bergantung berapa lama *shutdown* terjadi dan temperatur ambient disekililing *pipeline*, yang mana kondisi ini juga turut menyebabkan wax membentuk gel dan berlanjut membentuk padatan. Keadaan dimana minyak mulai sulit bergerak dan hampir seperti *gel* sehingga diperlukan suatu tekanan tinggi supaya *shear stress* pada dinding pipa melebihi nilai minimumnya, maka keadaan seperti ini disebut dengan *gel strength* atau *yield stress*. Atau dengan kata lain, *yield stress* adalah minimum stress yang diperlukan untuk menghasilkan suatu *shear flow*. Telah dibuktikan secara experimental bahwa hanya hidrokarbon yang lebih besar dari C_{14}, yaitu

C_{15} yang terdapat pada endapan wax, tetapi belum ada suatu bukti riset yang menunjukkan adanya suatu hubungan antara *wax content* di minyak (kandungan wax di dalam minyak) terhadap suatu operasi atau karakteristik yang berkaitan dengan adanya wax. Sayangnya, pemodelan perilaku fasa wax tidak bisa memprediksi berapa banyak padatan wax yang terkondensasi dan menempel di permukaan atau bagaimana pula terhadap viskositasnya.

Mekanisme Wax Deposit

Misra et. Al (1995) mengemukakan suatu *outstanding review* tentang problem parafin minyak crude di produksi dan transportasi. Misra menyatakan bahwa mekanisme dari deposisi wax (*wax deposition*) di tentukan oleh difusi molekuler dari molekul-molekul wax dan *shear dispersion* kristal-kristal wax. Pengendapan secara gravitasi (*gravity settling*)dari kristal wax di *flow-line* di abaikan karena *wax deposition* lebih didominasi oleh *shear dispersion*. Walaupun begitu, *gravity settling* bisa saja memberikan banyak kontribusi terjadinya deposit wax ketika minyak berada pada kondisi statis, seperti di tangki penyimpan.

Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Wax Deposit

Mekanisme dan keberadaan wax deposisi pada sistem yang mengalir (seperti aliran minyak parafinik dalam suatu pipa) telah di teliti oleh banyak peneliti. Berbagai metode telah di adopsi untuk mempelajari fenomena dari deposisi wax tersebut. Ada tiga faktor yang ikut berkontribusi terhadap adanya deposit wax di sistem yang mengalir (Bott and Gudmundsson (1977)), yaitu laju alir (*flow rate*), perbedaan temperatur, dan laju pendinginan, serta properti dari permukaan.

Flow Rate

Pada aliran laminer, deposit wax meningkat dengan meningkatnya laju aliran. Hal ini bisa dijelaskan dengan keberadaan banyaknya partikel yang terdeposit di permukaan. Saat laju aliran meningkat hingga mencapai rejim turbulen, deposisi wax berkurang karena efek dari *shear dispersion*. Shear dispersion merupakan dominan utama pada aliran turbulen di semua *stages* nya. Sedangkan perilaku aliran pada sistem yang mengalir dinyatakan dalam bilangan Reynold.

Wax yang terdeposit pada laju alir yang lebih tinggi umumnya lebih keras dan lebih kompak. Dengan kata lain, hanya kristal-kristal wax dan beberapa klaster kristal yang mampu melekat pada suatu permukaan, dengan gaya kohesi yang besar deposit-deposit ini sulit untuk di bersihkan.

Deposit wax juga merupakan suatu problem tersendiri pada sumur dengan laju alir yang rendah. Laju alir yang rendah mempengaruhi terjadinya deposit wax karena waktu tinggal (*residence time*) minyak yang lama di pipa dan di tubing. *Residence time* minyak di pipa yang lama ini menyebabkan adanya *heat loss* (panas yang hilang dari minyak ke udara sekitar) sehingga menurunkan temperatur minyak saat di transportasikan. Dengan menurunnya temperatur minyak, maka wax berkecenderungan mengendap dan menjadi deposit[(1)]. Laju aliran minimum yang perlu diperhatikan untuk menghindari terbentuknya deposit wax yaitu 0,56 ft/sec[(1)].

Perbedaan Temperatur dan Laju Pendinginan

Selain laju pendinginan, perbedaan temperatur antara temperatur bulk minyak dan permukaan yang dingin adalah salah satu faktor terbentuknya deposit wax. Deposit wax meningkat dengan meningkatnya perbedaan temperatur. Cole and Jessen (1960) beropini bahwa perbedaan temperatur antara *cloud point* minyak dengan sebuah permukaan yang dingin adalah jauh lebih utama dari pada perbedaan temperatur antara *bulk surface* dengan sebuah permukaan yang dingin. Wax deposit akan terbentuk saat temperatur permukaan berada dibawah temperatur minyak dan temperatur *cloud point* minyak.

Awalnya, laju deposit wax sangat besar tapi kemudian secara perlahan melambat ketika semakin banyak wax yang terdeposit di permukaan pipa. Ketebalan lapisan wax di permukaan pipa meningkat, dan lapisan ini bertindak seolah-olah sebagai isolasi pipa. Dengan adanya ”isolasi” ini akan menurunkan kemampuan wax untuk membentuk kristal wax lebih jauh lagi.

Surface Properties

Terbukti bahwa selama terjadinya deposit, kristal wax menempel di permukaan pipa. Jadi wax deposit juga dapat sebagai fungsi dari propertis permukaan pipa. Parks (1960) mendemonstrasikan bahwa keberadaan film-film penyerap tertentu pada sebuah permukaan metal akan mengurangi kemampuan daya lekat parafin di permukaan metal. Zisman (1963) menunjukkan bahwa sifat alamiah senyawa-senyawa yang diserap oleh suatu permukaan menentukan karakteristik kebasahan dari senyawa-senyawa tersebut. Hunt (1962) melakukan

studi pengaruh kekasaran (*roughness*) suatu permukaan terhadap deposisi parafin dan menyimpulkan bahwa deposit tidak menempel ke permukaan suatu metal dengan sendirinya, tetapi tersangkut di suatu permukaan yang kasar (tidak rata). Jorda (1966) melakukan pengamatan bahwa deposit parafin pada suatu permukaan meningkat seiring dengan semakin kasarnya suatu permukaan. Patton and Casad (1970) melakukan observasi bahwa tidak ada hubungan langsung antara deposit wax dengan kekasaran suatu permukaan. Walaupun begitu, Patton and Casad beragumentasi bahwa ikatan adesi (*adhesion bond*) di suatu permukaan seharusnya sebanding terhadap total kontak area dan oleh sebab itu deposit wax berkaitan dengan kekasaran suatu permukaan. Jessen and Howell (1958) melakukan studi deposit wax di pipa dengan berbagai tipe material, menyimpulkan bahwa jumlah wax yang terdeposit pada suatu permukaan yang halus jauh lebih sedikit bila dibandingkan dengan permukaan metal.

Wax Control

Forsdyke (1997) mempresentasikan suatu overview detail tantangan saat ini dan kedepan tentang produksi dan aliran multifasa pada sumur di air dalam (*deepwater*). Author menulis tentang teknik mengkontrol deposit wax. Forsdyke menyatakan bahwa temperatur awal (*onset temperature*) terbentuknya wax biasanya sedikit lebih tinggi dari temperatur pembentukan hidrat dan problem ini tidak mudah untuk di hindari. Forsdyke memberikan tiga cara untuk membersihkan atau mengkontrol wax, yaitu : secara termal, mekanis, dan dengan menggunakan bahan kimia.

Secara Termal

Cara termal ini banyak digunakan dan diaplikasikan di lapangan untuk menghindari terjadinya pembentukan wax di sistem perpipaan. Seperti halnya pada hidrat, kondisi ini (terbentuknya wax deposit) di batasi oleh jarak. Meskipun pipa telah menggunakan isolasi yang super sekalipun, secara realistis isolasi ini tidak mampu menghindari terjadinya penurunan temperatur hingga mencapai temperatur pembentukan hidrat pada jarak maksimal 20 Km(1). Begitu halnya dengan problem pada deposit wax. Laju pembentukan deposit wax berbanding langsung terhadap laju kehilangan panas di pipa. Penambahan panas, seperti injeksi air panas, atau dengan menginjeksikan solar panas, xylen atau dengan injeksi gas umumnya mampu mencegah dan menghindari terjadinya wax. Tetapi teknik ini umumnya menimbulkan biaya tambahan dalam sistem produksi.

Secara Mekanis

Cara mekanis yang paling banyak digunakan untuk membersihkan pipa dari wax adalah dengan menggunakan *wire-line scraper* atau dengan cara *flow-linepigging*. Metode ini sangat efektif dalam membersihkan pipa asalkan lapisan wax yang menempel tidak terlalu tebal dan usia pipa tidak terlalu tua, jika wax yang menempel terlalu tebal maka bisa dimungkinkan pigging head akan macet di tengah pipa sehingga ada jadwal dan frekwensi tertentu dalam melakukan kegiatan *flow-linepigging*. Selama masa pembersihan dengan menggunakan cara ini maka kegiatan produksi dihentikan sementara. Dengan berhentinya produksi sementara maka secara tidak langsung akan menimbulkan biaya tersendiri dalam operasi produksi.

Dengan Bahan kimia (seperti :*Chemical Inhibitors*)

Chemical Inhibitor yang ada saat ini umumnya diinjeksikan ke *waxy crude* yang tujuannya adalah memodifikasi laju deposit wax dan properti rheologi dari suatu fluida (seperti : viskositas). *Chemical inhibitor* bisa juga disebut sebagai *crystal modifiers*, yaitu mengkristalkan kristal wax dalam bentuk lain atau mengadsorb kristal wax ke permukaan. Tetapi begitu kompleknya struktur wax dan perilakunya, maka type-type aditif (*Chemical inhibitor*) yang digunakan bergantung dari jenis crude yang akan dinjeksi.

Jika aditif yang digunakan adalah aditif untuk memodifikasi viskositas dari crude oil maka aditif ini dikenal dengan istilah *pour-point depressants* (PPDs). Sebagian besar studi laboratorium telah digunakan untuk mengetahui kebutuhan aditif yang diperlukan sesuai dengan jenis crudenya. Bagaimanapun juga, aditif yang diperlukan bukan hanya mampu untuk memodifikasi pour point dari cude oil, tetapi juga dapat memodifikasi viskositas nya juga karena hal ini berkaitan dengan temperatur rendah dan laju alir. Jika wax inhibitor utamanya digunakan untuk mengontrol pembentukan wax di beberapa *subsea system* maka inhibitor ini harus mampu secara total mencegah terjadinya wax deposit pada *mid range condition*.

Insulasi sebagai cara mencegah pembentukan wax deposit

Insulasi adalah salah satu cara untuk mempertahankan suhu di atas kondisi pembentukan wax, selain itu dapat memperpendek waktu untuk mencegah terbentuknya deposit wax, mencegah kehilangan panas yang akan terjadi pada sepanjang pipa yang disinyalir akan terbentuk wax deposit.

Pada perkembangan teknologi deep-offshore peralatan bawah laut (trees, jumper, manifold) biasanya diinsulasi dengan busa sintaksis

(syntatic foam) untuk kedalaman 4000`, walau secara geometri yang kompleks pada trees and manifold insulasi ini kurang efektif. Namun keuntungan dari pemasangan pipa insulasi ini adalah dapat memberikan waktu cooldown sampai kondisi pembentukan wax deposit tercapai selama shutdown. Pada saat operasi normal, jumlah panas yang hilang dari peralatan ini, jika tidak terinsulasi umumnya tidak signifikan.

Untuk flowline dan risers, ada sejumlah pilihan insulasi dan pilihan yang tepat berdampak penting pada CAPEX sistem bawah laut. Pilihan insulasi flowline laut dalam adalah :

1. Pipa dengam insulasi pada bagian luar (externally insulated rigid pipe)
2. Pipa fleksibel yang diinsulasi
3. Pipa ditanam
4. Pipa di dalam pipe
5. Pipa di bundel

Pemilihan jenis insulasi perlu mempertimbangkan aspek flow assurance, desain mekanik, instalasi, siklus dan isu resiko yang harus dipertimbangkan, sebagai contoh untuk flowline sistem insulasi dapat berdampak pada bagian bawah bagaimana flowline dipasang, biaya instalasi, dan desain sambungan di lapangan. Pada sistem insulasi eksternal bahan insulasi harus tahan terhadap tekanan hidrostatik yang terjadi (pada instalasi deep offshore, kemungkinan yang terjadi adalah tekanan hidrostatik). Kekhawatiran selain dari kuatnya tekanan adalah masuknya air, penuaan kekuatan termal dan creep. Bahan ini karena kepadatannnya yang relatif tinggi, terbatas pada kisaran

dengan koefisien keseluruhan yang lebih tinggi. Bahan ini secara khusus dirancang dengan komposisi polimer dengan hollow glass atau microsphere silicate yang juga relatif mahal secara keseluruhan.

Sistem pipe ini pipe (PIP) dapat digunakan dengan berbagai macam bahan insulasi, namun poly urethane foam dengan densitas rendah yang paling umum digunakan. Pembuatan sistem PIP ini memberikan berbagai pilihan termasuk menyuntikkan agen busa ke dalam anulus atau mengikat pre molded half shells ke dalam flowline dengan pipa pembawa meluncur ke tempatnya. Instalasi sistem PIP ini memiliki keuntungan yaitu bisa diuji di lapangan secara keseluruhan. Kesulitan penginstalan PIP ini adalah water tight bulkheads yang diperlukan untuk melindungi sebagian besar bahan insulasi ketika terjadi kebocoran pada pipa pembawanya, keterbatasan dalam meletakkan PIP di laut (deep-offshore) terutama adalah karena beratnya, pemeliharaan dan perbaikan PIP pun sangat sulit.

Seperti PIP sistem bundel bisa menggunakan bahan insulasi dengan kepadatan yang rendah dan konduktifitas termal yang rendah. Bundel dapat memberikan koefisien perpindahan panas secara keseluruhan yang paling rendah. Desain bundel sangat fleksibel dan memungkinkan desain dengan berbagai konfigurasi termasuk pengelompokan pipa bersama-sama untuk membantu menjaga panas. Kelemahan utama dari bundel adalah hal yang berhubungan dengan instalasinya. Tempat yang dibuat untuk fabrikasi bundel memerlukan daerah bentangan yang luas dan rata untuk pembangunan bagian-bagiannya (subtalks). Bagian-bagian bundel dapat dibuat dengan panjang hingga 7 km dan terbatas pada metode derek untuk instalasi. Waktu yang lumayan lama juga dibutuhkan untuk menggabungkan bagian bundel, yang dapat membuat instalasi pipa yang panjang

tersebut menjadi sangat mahal. Pemeliharaan sistem bundel juga bisa menjadi sulit. Deteksi kebocoran pipa pun hampir mustahil hingga terjadinya kerusakan jangka panjang yang terjadi pada insulasi. Kerusakan menjalar ke keseluruhan bundel karena kurangnya water tight bulkheads, dimana satu-satunya pilihan untuk memperbaikinya adalah pergantian subtalks.

Resiko yang terjadi terkait dengan insulasi antara lain :

1. Degradasi kinerja termal dari bahan insulasi misalnya karena adanya resapan air masuk ke insulasi
2. Sambungan sambungan di lapangan yang buruk atau tidak memperhitungkan kehilangan panas yang lebih besar terkait dengan sambungan tersebut. Sambungan di lapangan berpotensi meningkatkan koefisien perpindahan panas keseluruhan pada panas flowline hingga 20 persen.
3. Kurangnya validasi lapangan
4. Kinerja yang buruk dapat menyebabkan pembuangan lebih awal atau perbaikan/pergantian yang lebih mahal.
5. Kehilangan panas konvektif tidak diperhitungkan dalam desain, hal ini dapat terjadi dalam bundel, menara riser dan flowline yang ditanam. [12].

Wax Deposit

Burger, E.D, et.al, pada studies of wax depositions in the Trans Alaska pipeline menyebutkan beberapa karakteristik sifat wax, dimana deposit crude wax/parafin yang terakumulasi pada flowline terdiri dari kristal

kecil wax dengan bentuk partikel granular seperti garam dapur, parafin yang terdeposit terdiri dari gum, resin, material asphaltic, crude oil, sand silt. Pada proses pembentukan deposit wax, temperatur interface yang berada pada lapisan liquid (crude oil) – deposit, Td, merupakan suhu cair atau leleh dari crude oil tersebut. Berdasarkan studi pemodelan bahwa singh et al mengestimasikan Td melalui pendekatan WAT (waxy appereance temperature) saat tebal lapisan deposit berhenti terbentuk, dimana Bidmus dan Mehrotra secara eksperimental memverifikasi bahwa Td dan WAT merupakan nilai yang sama pada keadaan pseudo steady state. [8].

Chemical inhibitor for wax

1. Depresant untuk menurunkan pour point dari crude oil yaitu campuran dari copolymer teraminasi and the campuran ethylene–vinyl acetate copolymers (EVA) . copolymer yang mengalami proses aminasi disynthesiza dengan amination of terpolymer copolymerized dengan monomers octadecyl acrylate, maleic anhydride, and vinyl acetate. Lebih lanjut, copolymer yang mengalami aminasi diuji karakteristik menggunakan Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy, ^{1}H nuclear magnetic resonance (^{1}H NMR), and gel permeation chromatography (GPC). Interaction antara components of the crude oil and depresan tersebut dianalisa dengan menggunakan FTIR, differential scanning calorimetry (DSC), and cross-polarized light microscopy. Hasilnya menunjukkan bahwa depresan dapat membentuk asphaltene–PPD (depresan)–resin agglomerates. Agglomerates yang baru terbentuk menjadi nucleator efisien dari crude oil yang berikatan dengan (depresan) PPD. Hal ini menyebabakan process dari wax crystallization terjadi penurunan pour point dari crude oil.

2. Terdapat turunan polimer, maleic anhydride co-polymer dan turunannnya dengan perbedaan kepolaran dan/atau cincin aromatic yang tersintesa, dimana aditives dapat diuji karakteristiknya menggunakan Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and gel permeation chromatography (GPC). Differential scanning calorimetry (DSC) and polarizing light microscopy dapat digunakan untuk melihat interactions antara additives and wax crystals. Terdapat empat polymeric additives yang efficiency sebagai flow improvers in CQ crude oil. Terjadi penurunan pour-point and rheological parameters setelah penambahan additive . Polymer terdiri dari aromatic dapat menekan pour point sebanyak 19 °C dan menurunkan yield stress sebagai viscosity menjadi lebih besar.
3. Type terbaru dari comb- co-polymers turunan dari poly(maleic anhydride-*co*-α-olefin-*co*-styrene) (MASC) dengan ratio yang berbeda dari styrene/α-octadecene yang mengalami sintesa. ^{1}H nuclear magnetic resonance (NMR) spectra dapat digunakan untuk menguji karakteristik structure kimia co-polymers. Tes solubility dan melting point dilakukan juga untukpengujian dari MASC co-polymers. Effect dari co-polymers adalah pada yield stress dari model oils dengan atau tanpa asphaltenes (reologinya). Pembentukan wax crystals dapat dilihat dari polarizing light microscopy. Dengan adanya addition of MASCs pada model waxy oil, yield stresses mengalami penurunan dengan kenaikan dari aromatik units pada cincin MASC sementara terjadi kenaikan pada penambahan 0.1% asphaltenes. Pembentukan model waxy oil with 0.1% asphaltenes juga berubah denganadanya kandungan aromatic units dalam MASC. A Semakin banyak kandungan aromatic units pada MASC dan akan menyebabkan semakin sedikit terbentuknya wax crystals.

BAB III
PENANGGULANGAN LIMBAH PRODUKSI MINYAK BUMI

1.1 Pendahuluan

Di dalam operasi produksi air buangan *(wastewater)* sangat penting untuk ditangani dimana air tersebut meliputi air dari hasil pemisahan crude oil, air hujan, dan air cucian/buangan. Air ini harus dipisahkan dari minyak *(crude oil)* dan dibuang dengan mengacu peraturan atau regulasi yang diberlakukan. Untuk lokasi lepas pantai biasanya dibuang langsung ke laut tapi buangan ini harus memenuhi peraturan atau regulasi yang diberlakukan.

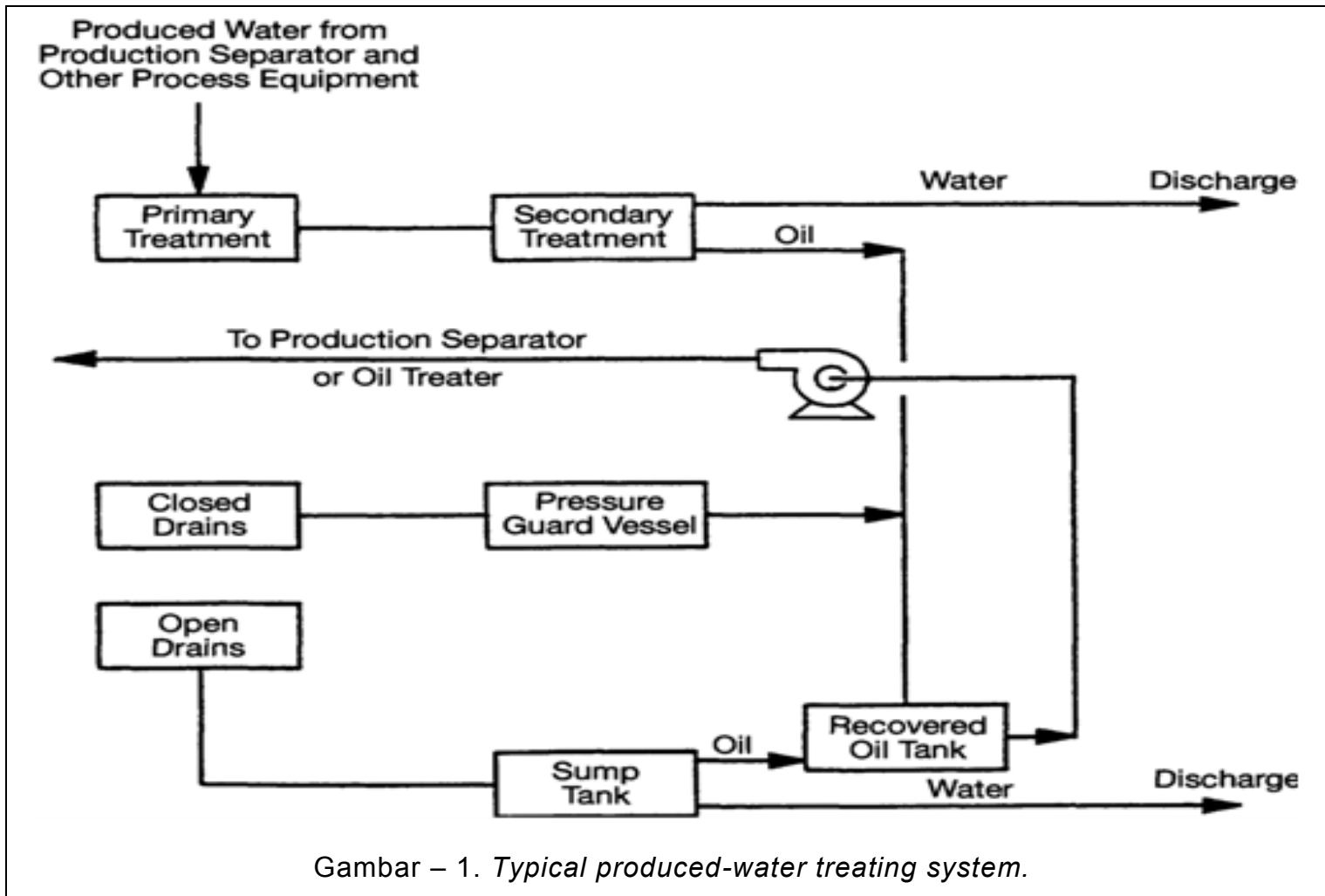
Aturan yang berlaku yang harus dipenuhi atau ditaati adalah 15 mg/l untuk di lingkungan darat sedangkan untuk lepas pantai sekitar 50 mg/l. Pada Tabel -1 terdaftar beberapa metoda dan peralatan yang digunakan untuk proses produced water treatment. Gambar 1 menunjukkan bentuk produced water treatment system. Produced water selalu merupakan salah satu bentuk perawatan utama dalam proses pemisahan dan pembuangan air di lapangan operasi produksi. Proses ini bias dilakukan dengan beberapa peralatan seperti sebuah *skim tank*, *skim vessel*, *CPI*, *crossflow separator* atau flotation unit semua ini mungkin dibutuhkan untuk proses di lapangan. Pada lokasi lepas pantai, produced water dapat dibuang secara langsung setelah dilakukan perawatan, atau

dialirkan melalui *disposal pile* atau *skim pile*. Sedangkan di lokasi darat
(onshore), air akan di injeksikan ke dalam formasi melalui sumur pembuangan *(disposal well)*. Untuk pertimbangan keamanan (*safety*), di lokasi offshore dilakukan melalui jaringan/line tertutup *(closed drains)*, dan dilewatkan ke vessel bertekanan terlebih dahulu sebelum masuk ke atmospheric tank atau pile. Adapun peralatannya bisa menggunakan sebuah *skim vessel*, *crossflow separator*, atau *CPI* di dalam *vessel* bertekanan.

Tabel – 1 Peralatan Perawatan Air Terproduksi *(Produced-Water)*

Metoda	**Tipe Peralatan**	**Kemampuan minimum memindahkan ukuran butiran**
Pemisahan secara Graviti *(gravity separation)*	Skimer tanks and Vessels	100 - 150
	API Separator Disposal Piles Skim Piles	
Penggabungan dengan *(Plate Coalescence)*	Parallel Plate Interceptors	30 - 50
	Corrugated Plate	
	Interceptors	
	Cross-Flow Separators	
	Mixed-Flow Separator	
Perolehan yang	Precipitators	10-15

ditingkatkan (Enhanced Coalescence)	Filter/Coalescers	
	Free-Flow Turbulence	
	Coalescers	
Pengapungan Gas (Gas Floatation)	Dissolved Gas	15 - 20
	Hydrawlic Dispersed Gas	
	Mechanical Dispersed Gas	
Pemisahan yang ditingkatkan secara gravity (Enhanced Gravity Separation)	Hydrocyclones	5-15
	Centrifuges	
Penyaringan (Filtration)	Multi-media	1+
	Membrane	

Gambar – 1. *Typical produced-water treating system.*

1.2 Metode Pemisahan

Semua fungsi peralatan water treating akan berguna untuk memisahkan butiran-butiran minyak yang ada di dalam fasa kontinyu air. Didalam unit pemisahan yang secara gravitasi, perbedaan sepesifik gravity adalah sangat penting karena akan menyebabkan minyak mengapung ke permukaan secara cepat dan baik. Butiran-butiran minyak merupakan fasa diskontinyu yang tersebar di dalam fasa kontinyu air.

Butiran-butiran minyak adalah sebagai subyek utama yang tersebar dan akan menyatu selama mereka mengalir melalui sumur ke permukaan melalui choke, flowline, control valve dan peralatan proses.

1.2.1 Hukum Stoke

Ketika suatu energy yang diberikan ke dalam system semakin besar maka butiran-butiran yang kecil akan semakin banyak terbentuk dan tersebar di dalam fasa kontinyu air. Namun ketika energy yang diberikan rendah, maka butiran-butiran yang ukurannya kecil tadi akan berkumpul dan menyatu.

Peralatan perawatan air *(water treating equipment)* yang paling umum digunakan adalah yang menggunakan gaya gravitasi dalam proses pemisahannya. Butiran-butiran minyak yang tersebar di dalam fasa kontinyu air menjadi lebih ringan, butiran minyak yang mempunyai daya apung berusaha berpisah dari air dan bergerak kepermukaan.

Gerakan butiran minyak ini dilawan oleh gaya tarik yang disebabkan oleh gerakan ke atas melewati air. Ketika dua gaya sama, maka kecepatan tetap *(constant)*

dicapai, yang mana kecepatan ini digambarkan dari hukum stoke *(Stokes' Law)*:

$$Vt = 1,78 \times 10$$

Dimana:

Vt = *terminal settling velocity, ft/s*

dm = *diameter of the oil droplet, micron*

ΔS.G. = *difference in specific gravity of oil and water*

μ = *viscosity of the water continuous phase, cp*

Beberapa kesimpulan yang dapat digambarkan dari persamaan diatas:

1. Ukuran butiran minyak yang lebih besar, dan diameter bertambah besar maka akan membuat kecepatan *(velocity)* keatas bertambah besar. Perubahan ukuran butiran ini akan membuat perubahan waktu yang semakin besar maka membuat waktu yang dibutuhkan untuk bergerak ke atas semakin berkurang dan ini membuat perawatan *(treating)* semakin mudah.
2. Perbedaan *density* antara butiran minyak dan fasa air yang semakin besar akan membuat kecepatan bergerak naik ke permukaan. Maka dengan kondisi yang demikian akan membuat perawatan semakin mudah.
3. Bertambahnya temperatur membuat menurunnya viscositas air, dan membuat bertambahnya kecepatan untuk naik ke permukaan. Maka temperatur yang lebih tinggi akan lebih mudah dibandingkan dengan temperatur air yang rendah.

1.2.2 Penyebaran *(Dispersion)*

Sebuah butiran *(droplet)* minyak yang terombang ambing menjadi tidak stabil ketika *kinetic energy* cukup untuk membuat perbedaan tegangan permukaan antara butiran tunggal dan beberapa butiran yang lebih kecil terbentuk. Pada waktu yang bersamaan process ini berlangsung, gerakan partikel-partikel minyak yang lebih kecil menyebabkan mereka menyatu.

Oleh karena itu, butiran dengan ukuran yang

maksimum akan selalu memberikan *energy* secara tetap dengan kecepatan penggabungan sama dengan kecepatan maksimum penyebaran.

Satu hubungan untuk ukuran partikel yang maximum yang mempunyai kesetimbangan telah dikemukakan oleh Hinze sebagai berikut:

$$d_{max} = \left(\frac{t_r}{\Delta P} \right)^{2/5} \left(\frac{\sigma}{\rho_w} \right)^{3/5}$$

dmax = *diameter droplet, micron*

□ = *surface tension, dynes/cm*

□ w = *density, g/cm3*

□ P = *pressure drop, psi*

tr · = *retention time, minutes*

Dapat dilihat bahwa penurunan tekanan yang lebih besar dan demikian pengalaman selama ini *the shear forces* ketika mengalir melalui system perawatan *(treating system)*, butiran minyak yang lebih kecil maupun yang ukurannya maksimum pasti akan terbentuk. Penurunan tekanan yang besar akan terjadi ketika melewati *choke* yang ketebalannya kecil/pendek, *control valves, desanders,* dan sebagainya. Di peralatan ini butiran-butiran minyak akan terbentuk. Proses penyebaran *(dispersion process)* secara teoritis tidak bisa terjadi seketika itu. Bagaimanapun juga, pengalaman lapangan kemunculannya

terjadi sangat cepat.

Untuk keperluan perencanaan, itu dapat diasumsikan yang mana sewaktu-waktu penurunan tekanan yang besar terjadi, seluruh butiran- butiran yang ukurannya paling besar seketika itu juga akan menyebar. Ini tentu saja, sebuah penaksiran yang salah.

1.2.3 Penggabungan *(Coalescence)*

Proses penggabungan di dalam system air buangan *(water treating systems)* membutuhkan waktu yang lebih dibandingkan dengan proses penyebaran *(dispersion)*. yang mana penyebaran dua fluida yang tak bisa bercampur *(immiscible liquids)*, jarang sekali terjadi penyatuan dengan cepat ketika dua butiran itu bertumbukan.

Dalam kondisi tekanan yang berubah-ubah sepasang butiran akan terpisah, energy kinetic membuat sepasang butiran yang lebih besar terombang ambing dibandingkan kekuatannya *(energy)* untuk menyatu diantara mereka, kontak *(contact)* akan terpecah sebelum proses penggabungan terjadi.

1.2.4 Pengapungan *(flotation)*

Proses pengapungan *(flotation)* akan meningkatkan proses pemisahan dari butiran-butiran minyak *(oil droplets)* dalam fasa kontinyu air. Proses ini diselesaikan dengan cara meningkatkan perbedaan *density* antara dua fluida dengan

mengikatkan/menyentuhkan gelembung- gelembung gas *(gas bubbles)* ke butiran –butiran minyak.

Proses pengapungan *(flotation process)* akan menurunkan waktu tinggal dalam *vessel (retention time)*, dengan cara demikian, penurunan ukuran *vessel* pemisah *(separating vessel)* dibutuhkan untuk memberikan sebuah butiran dengan ukuran tertentu mengapung ke permukaan.

BAB IV
SISTEM PERALATAN AIR PRODUKSI

2.1 Settling Tanks dan Skimmer Vessels

Bentuk paling sederhana dari peralatan perawatan yang utama adalah sebuah *settling (skim) tank or vessel*. Hal ini umumnya didesain untuk memberikan waktu lama tinggal selama proses penyatuan dan proses pemisahan secara gravitasi akan terjadi. Bila perlu konsentrasi minyak yang terbuang dari proses ini juga harus diketahui atau dianalisa kosentrasi minyaknya, secara teori dimensi vessel dapat ditentukan.

Masalah pemisahan *(separation)* yang tak dikehendaki dari *skim vessels* yaitu tak dapat mengesampingkan *effect* dari vibrasi, turbulensi dan sebagainya. Bentuk peralatan *(skimmer)* yang dapat digunakan adalah vertical atau horizontal skimmer. Di dalam *vertical skimmer* butiran- butiran minyak bergerak ke atas/permukaan harus melawan arus aliran air yang bergerak mengalir kearah bawah dalam bejana *skimmer*.

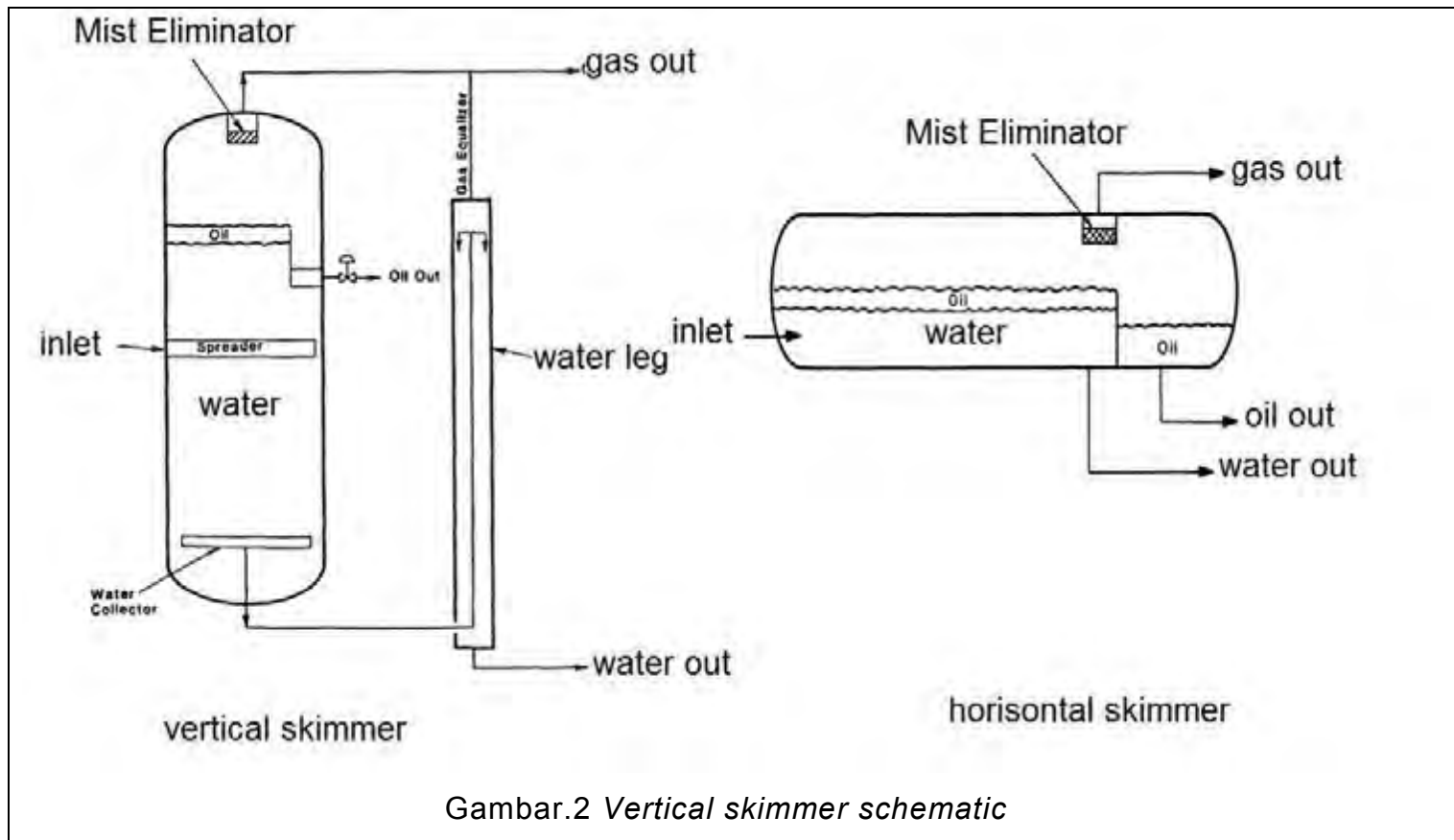
Beberapa bejana *skimmer* yang berbentuk *vertical* mempunyai *inlet spreaders* dan *outlet collectors* untuk membantu meratakan distribusi aliran. Dalam bejana *skimmer* yang berbentuk *horizontal* butiran-butiran minyak naik ke permukaan secara tegak lurus *(perpendicular)* terhadap aliran air. Aliran masuk di bawah lapisan minyak. Sedangkan air berputar dan mengalir secara horizontal sepanjang bejana.

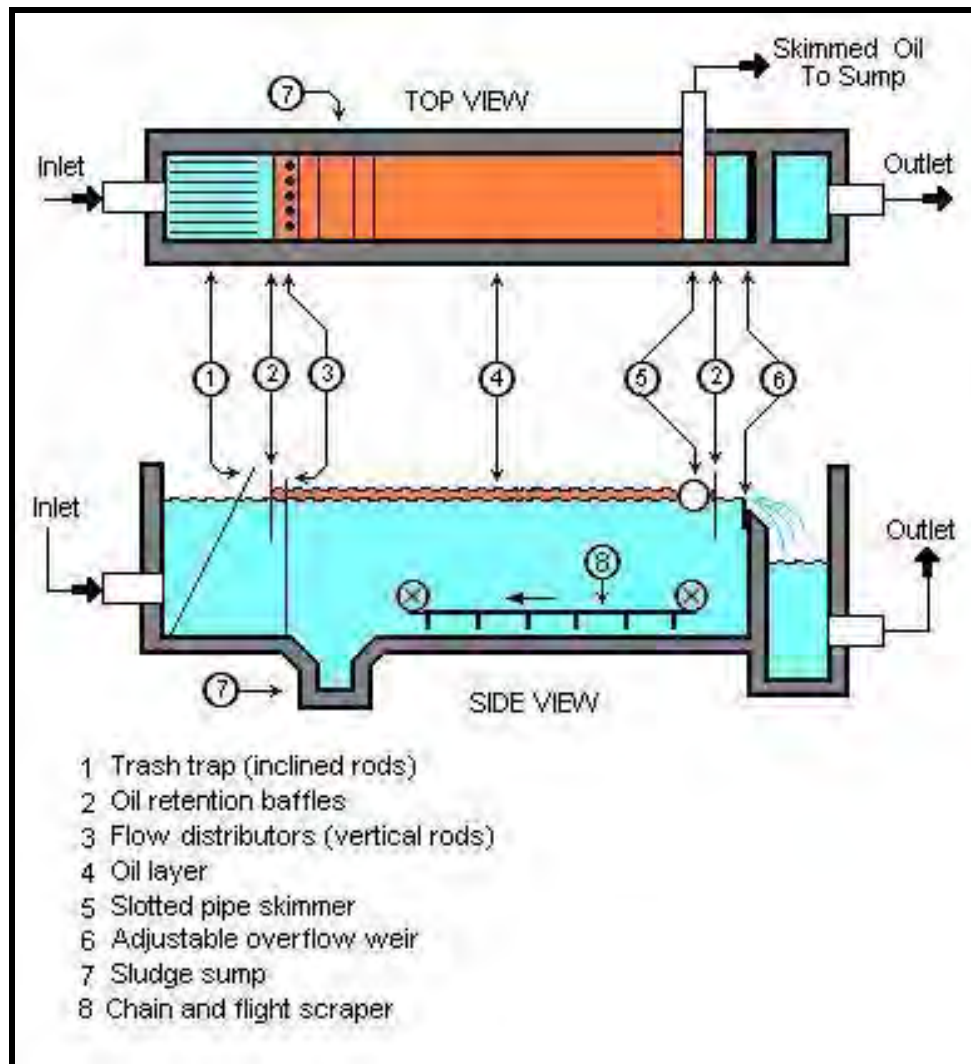
Baffle dapat dipasang untuk meluruskan aliran air yang masuk di bejana ini. Butiran-butiran minyak berada di bagian ini akan bersatu/bergabung dan naik ke permukaan dari batas air dan minyak. Lihat gambar 2.

Minyak terpisah melewati *oil weir*. Bejana yang berbentuk mendatar *(horizontal)* adalah lebih effisien untuk digunakan merawat air karena butiran minyak tidak cukup energy melawan aliran/arus aliran air.

Bagaimanapun juga, vertical skimmers digunakan dalam hal-hal dimana terdapat pasir dan partikel-partikel padat yang lain. Komponen yang digunakan adalah sand drain yang ada di bagian bawah/dasar.

Berdasar pengalaman dengan desain yang rumit sand drain dalam horizontal vessel yang besar tidak memberikan hasil yang memuaskan.

Gambar.2 *Vertical skimmer schematic*

2.2 *API rectangular cross-section tank*

Digunakan unutuk menangani volume yang besar pada proses upstream. Peralatan ini mempunyai geometri persegi empat dan berbentuk channel. Lihat gambar 3.

Gambar 3. *API separator*

2.3 Plate Coalescers

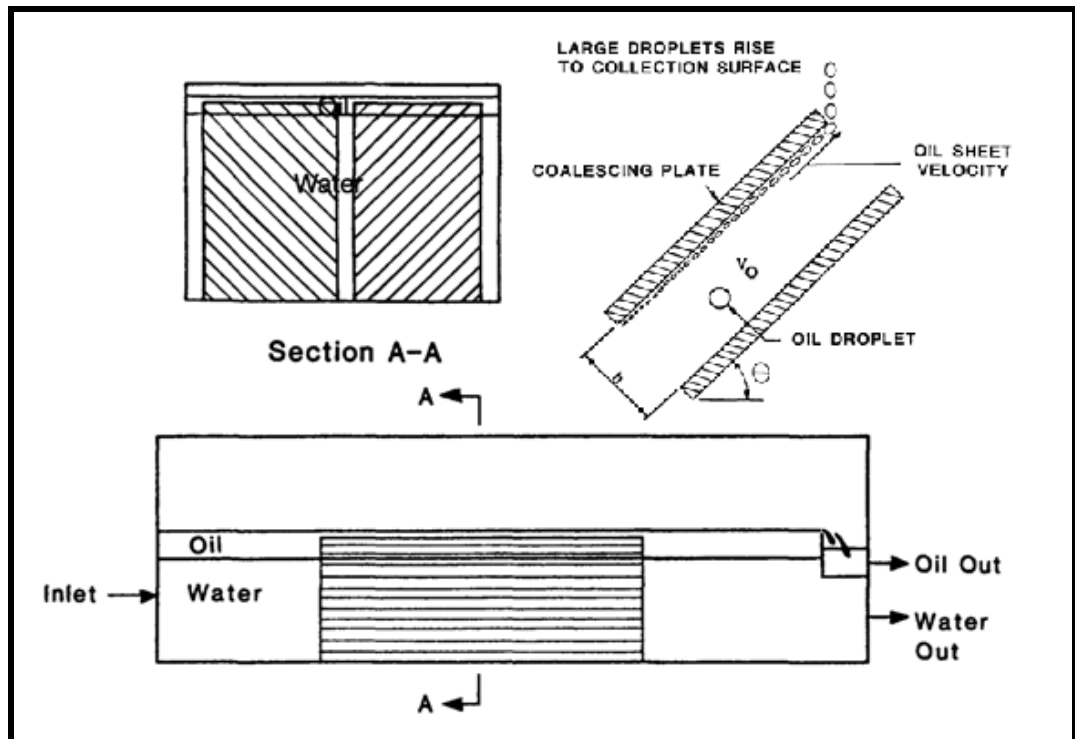
Plate coalescers adalah skim tanks atau vessel yang menggunakan plat yang digunakan untuk menaikkan proses separasi secara gravitasi. Bermacam-macam bentuk dari plate coalescer telah ditemukan. Bentuk ini

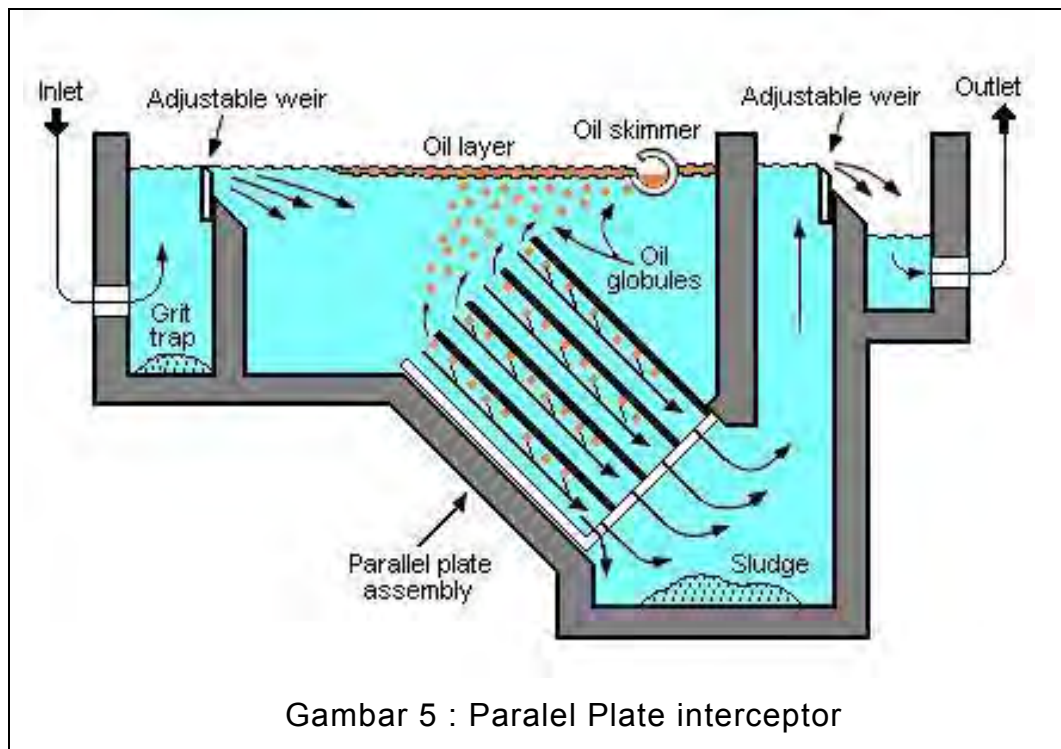
yang umumnya dinamakan parallel plate interceptor (PPI), corrugated plate interceptors (CPI), or cross-flow separators. Semua peralatan ini menggunakan separasi secara gravitasi yang membuat butiran minyak bergerak ke permukaan berkumpul dan terjadilan pemisahan minyak dan air. Lihat gambar 4.

Diameter butiran minyak yang digunakan pada Stokes' Law sebesar 1 sampai 10 microns. Bagaimanapun juga, pengalaman lapangan menunjukkan bahwa ukuran 30 micron yang terkumpul adalah batas ukuran butiran yang masih dapat dipindahkan. Fluktuasi tekanan, getaran pada platform dsb., adalah cenderung menghalangi butiran untuk berkumpul ke permukaan.

2.3.1 Parallel Plate Interceptor (PPI)

Bentuk pertama sebuah *plate coalescer* adalah *parallel plate interceptor (PPI)*. Pertama kali ini dipasang pada sebuah *API separator.* Ini ditunjukkan pada gambar 5. Sebuah plate yang berbentuk "V" dimana aliran akan menembus yang kemudian minyak bergerak ke-atas dari bagian bawah dari coalescing plate dan bergerak ke sisi-sisi. Sediment bergerak menuju ke tengah-tengah kemudian ke bawah dari dasar alat

pemisah *(separator)*, dan mereka nantinya akan dipindahkan.

Gambar 4 : Plate Coalester

Gambar 5 : Paralel Plate interceptor

2.3.2 Corrugated Plate Interceptor (CPI)

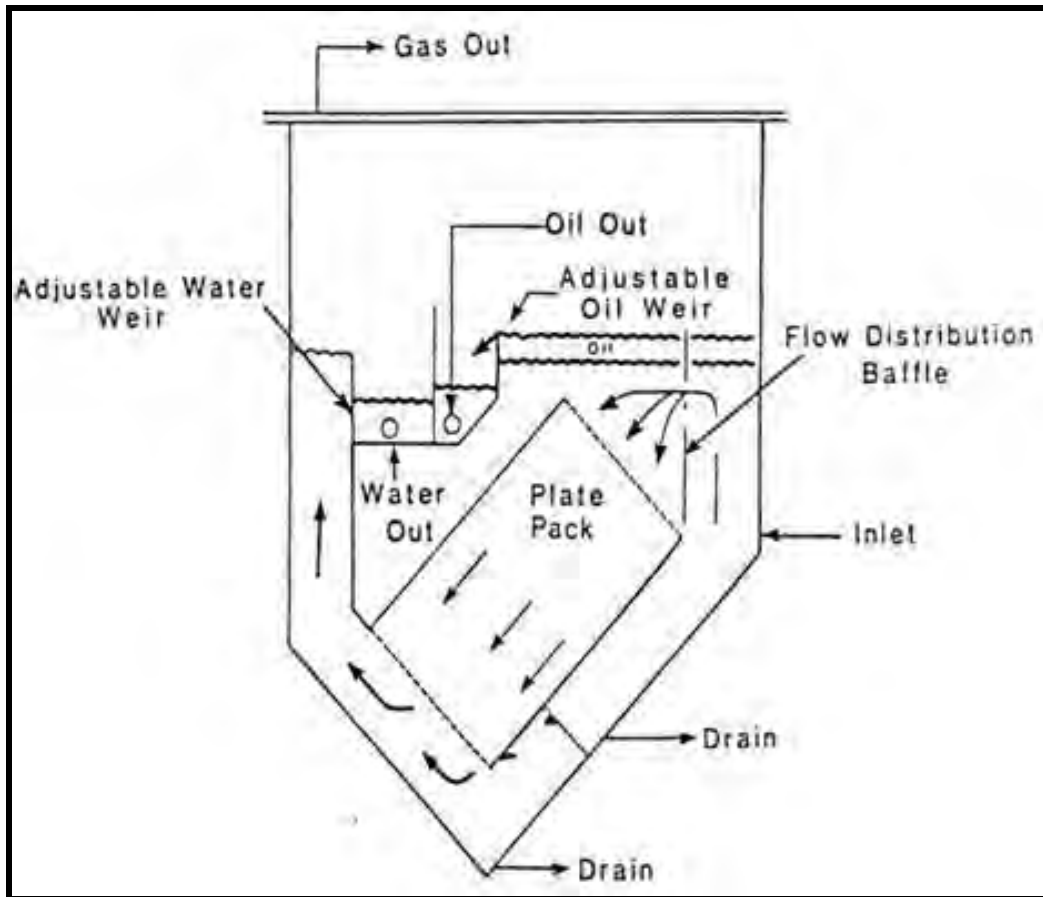
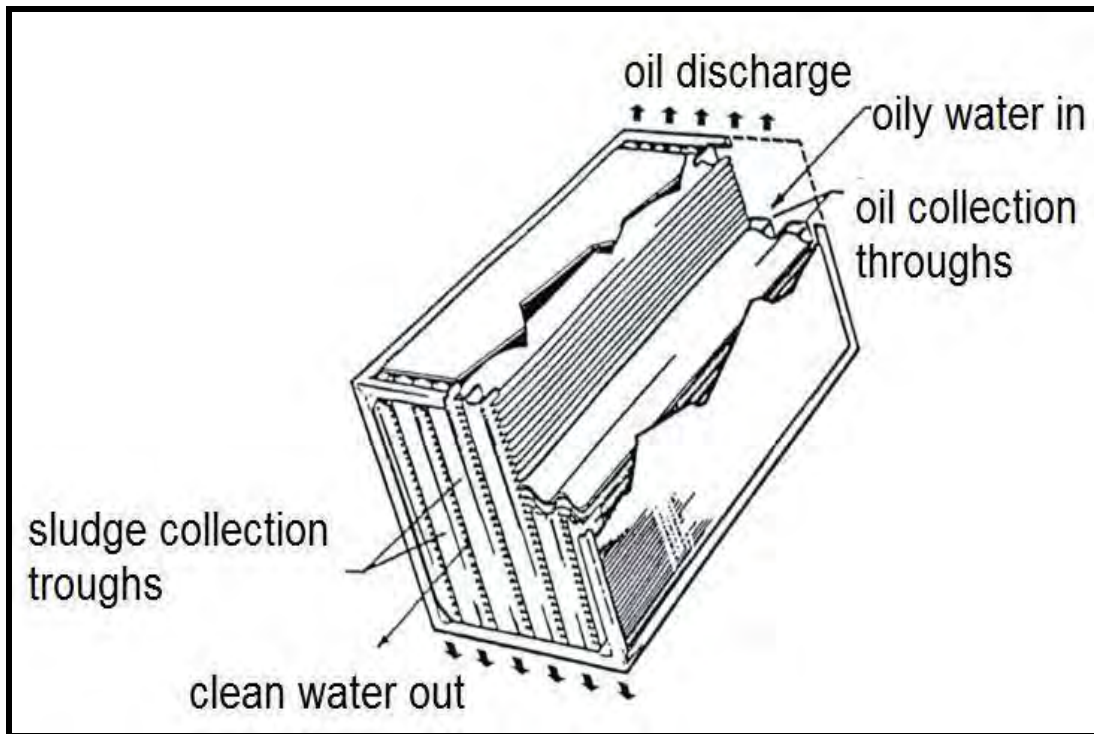
Yang paling umum bentuk *parallel plate interceptor* yang digunakan pada fasilitas-fasilitas perminyakan adalah *corrugated plate interceptor (CPI)*. Ini adalah perbaikan bentuk/model dari PPI yang membutuhkan area yang sedikit untuk memindahkan ukuran partikel yang sama, dan mempunyai keuntungan tambahan yaitu membuat sediment yang terikut lebih mudah ditangani. Gambar 6 menunjukkan bentuk desain dari *CPI* sedangkan gambar 7 menunjukkan bentuk khas dari *CPI pack*.

Adapun plate pack mempunyai sudut 45° dan utuk pola alir air yang bergerak menuju bawah melewati plate. Minyak yang menempel pada plate akan bergerak dan naik ke permukaan dan berkumpul pada tempat koleksi minyak.

Oleh karena itu, ada kemungkinan butiran pasir yang terikut melekat dan lama kelamaan akan menyumbat pada plate, mengakibatkan turbulesi aliran dan akhirnya bias menyumbat aliran.

Untuk mengeliminasi permasalahan di atas maka sebuah *"upflow"* pola alir yang dibuat dari bawah ke atas harus dilakukan. CPI unit yang digunakan sudutnya didesain sebesar 60□ .

Untuk temperatur air yang diolah kurang dari 140□ F maka bahan yang digunakan adalah fiberglas dan menggunakan frame besi. Bila temperature air yang diolah lebih dari 140°F, maka direkomendasikan menggunakan *corrosion-resistant alloys or*

stainless steel.

Gambar 6. *CPI flow pattern*

Gambar 7. *CPI plate pack*

2.4 Cross-Flow Devices

Produsen peralatan ini telah memodifikasi CPI configuration ke bejana horizontal terlihat pada gambar 8. Peralatan ini lebih cocok dipasang pada bejana yang bertekanan. Kebaikan alat ini juga bisa untuk mengatasi gas blowby dari fasilitas upstream.

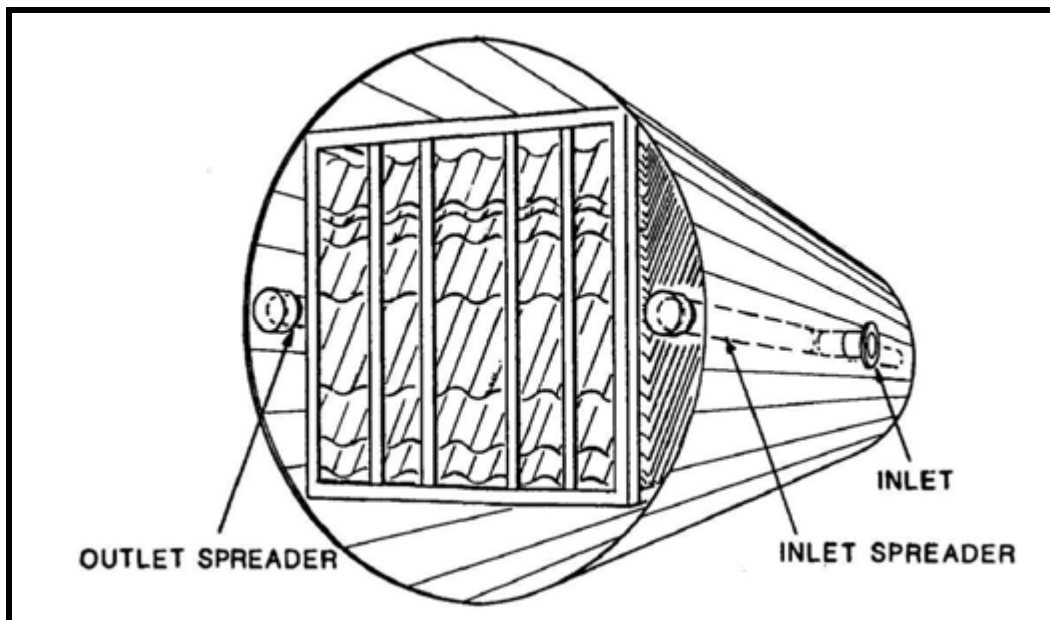



Figure-8. Cross-flow separator.

Ada dua bentuk konstruksi Cross-flow yaitu vertical dan horizontal. Plate pack yang terpasang berbentuk panjang dan mempunyai celah yang sempit dan, oleh karena itu, ia membutuhkan spreader yang panjang dan bagian/ruang pengumpul untuk membuat air terdorong dan melewati celah plate pack, air yang masuk mnembus langsung ke tempat antar permukaan minyak dan air, sedangkan sedimen yang

terikut akan bergerak turun menuju dasar.

Adapun yang berbentuk vertical, walaupun membutuhkan tempat pengumpul (collection channel) pada salah satu sisi memungkinkan minyak bergerak naik dan menuju permukaan batas minyak dan air, disisi lain sedimen yang terikut akan bergerak ke bawah menuju dasar vessel. Maka bentuk bejana ini lebih efficient untuk pembuangan edapan pasir di bandingkan bentuk hirisontal. Umumnya dari bentuk-bentuk alat ini CPI separator adalah yang paling murah dan paling effisien dibandingkan crossflow separator. Keuntungan-keuntungan dari plate coalesce adalah:

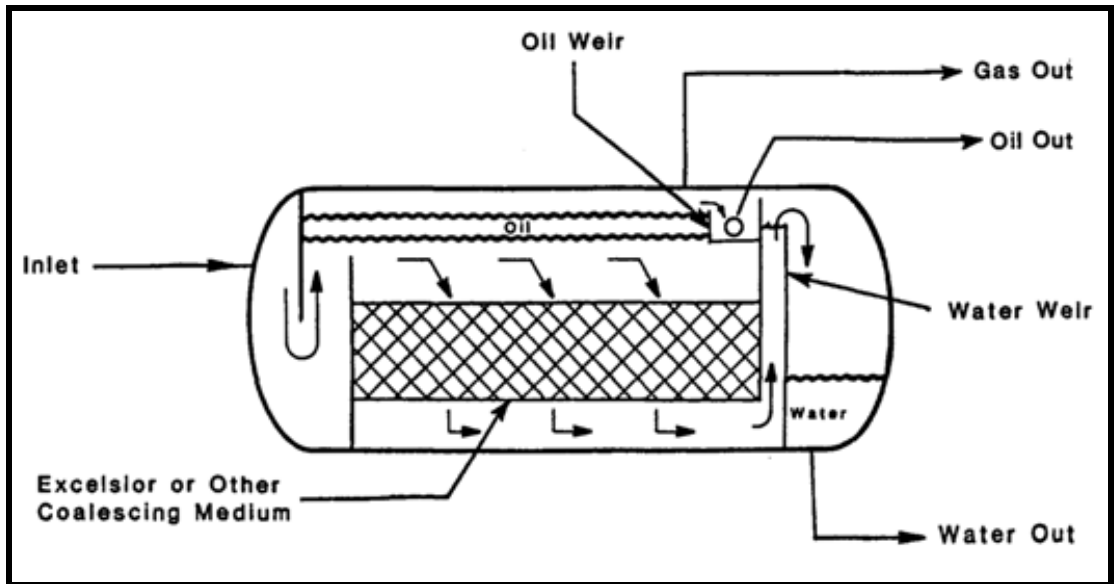
1. Hanya membutuhkan sedikit perawatan
2. Mempunyai ukuran yang lebih kecil dan berat lebih ringan dibandingkan dengan skim vessel
3. Bentuknya sederhana dan harganya murah dibandingkan bentuk yang lain yang digunakan dalam proses ini
4. Tidak mempunyai alat yang bergerak dan tidak membutuhkan sumber tenaga
5. Mudah dipasang (install) di dalam vessel bertekanan (pressure vessel).

2.5 Precipitators/Coalescing Filters

Pada waktu awal, alat ini sudah umum digunakan untuk merawat air buangan yang prinsipnya aliran dilewatkan sebuah *bed of excelsior*. Lihat gambar 9, yang mana alat ini tujuannya untuk meningkatkan proses penggabungan. Bagaimanapun juga

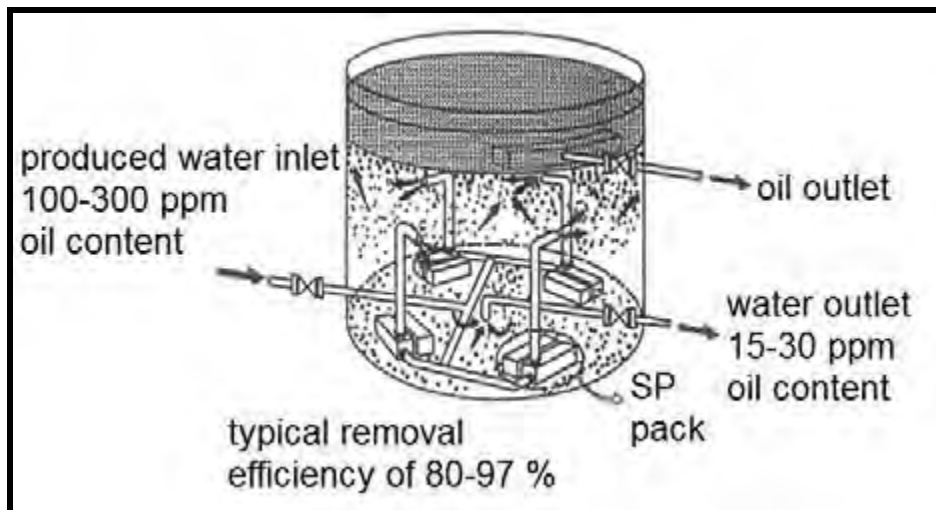
alat ini mempunyai kecenderungan untuk tersumbat. Banyak bagian-bagian alat ini *(coalescing medium)* dalam operasi lapangan minyak yang diganti. Sebuah kasus dalam bejana ini adalah seperti pada vertical skimmer yang mana butiran minyak harus mengalir melawan arus dari aliran air yang menuju kebawah melalui daerah coalescing medium.

Coalescing filters menggunakan pasir *(sand)*, batu bara yang keras (anthracite), atau sebuah elemen serat (fibrous element) yang semua ini digunakan untuk menangkap butiran minyak dan meningkatkan proses penggabungan. Media filter ini didesain secara otomatis dalam proses pemebersihannya, yang proses pembersihannya adalah dengan membalikan aliran air. Mereka sangat efisien untuk membersihkan air, tapi sangat mudah tersumbat dengan minyak yang sulit untuk dicuci.

Fluida yang untuk mencuci harus dibuang, yang mana air ini akan menimbulkan kesulitan yang lebih jauh bila tidak diperhatikan. Air yang digunakan untuk membersihkan *(backwash)* dapat dilewatkan ke (*settling tank)* yang besar. Disini air dirawat kandungan minyaknya bisa diturunkan dari 25 mg/l sampai 75 mg/l.

Gambar 9. *Precipitator schematic.*

2.6 *Free-Flow Turbulent Coalescers (SP Packs)*

SP Pack, dikembangkan oleh *Paragon Engineering*, dengan menciptakan aliran turbulen dan menggunakan sumber tenaga air yang dialirkan melalui sebuah pipa kecil yang melekuk-lekuk. Ukuran ini dibuat untuk menciptakan turbulensi yang cukup besar yang mengakibatkan penggabungan tapi tidak sebesar untuk memotong butiran-butiran dibawah ukuran yang telah ditetapkan. Pipa yang ukurannya kecil *(pipe path)* serupa ukuranya dengan pipa *inlet* dan ini tidak rentan terhadap kebuntuan *(plugging)*.

Lihat gambar 10, *SP Pack* ditempatkan didalam dari bagian *gravity settling* device *(skimmer, plate coalescer, etc.)* dan dengan mengembangkan distribusi ukuran butiran lebih besar, maka dengan memperbesar diameter butiran sehingga gravity yang tetap adalah lebih untuk memindahkan minyak.

Gambar 10. *Skimmer tank with SP Packs installed*

2.7 Flotation Units

Flotation unit adalah hanya umum digunakan untuk peralatan *water treating* yang tidak bergantung pada pemisahan secara gravity *(on gravity separation)* pada butiran-butitan minyak sebuah prose yang menggunakan unit rotasi yang mana gelembung-gelembung gas dibuat dan disebarkan dalam air, dimana gas akan bersentuhan dengan butiran-butiran minyak atau partikel padatan dengan sendirinya.

Butiran-butiran gas akan membantu minyak untuk bergerak ke permukaan dan berkumpul. Dengan ditambahkannya *coagulants, poly electrolytes, or demulsifiers* maka membantu butiran minyak mengapung dan meningkatkan unjuk kerjanya peralatan ini.

Dua type nyata dari unit floatation yang telah digunakan dan dibedakan dengan metoda yang digunakan dalam memproduksi gelembung-gelembung gas kecil yang dibutuhkan untuk bercampur dengan air. Ada dua macam alat yaitu:

1. *dissolved gas units*
2. *dispersed gas units.*

2.7.1 Dissolved Gas Units

Dissolved gas dirancang untuk mengambil hasil kluaran air rawatan dari sebuah bagian unit tersebut dan dijenuhkan dengan gas yang dilakukan didalam sebuah alat contactor. Pemberian tekanana yang lebih tinggi maka membuat banyak gas dapat dilarutkan kedalam air. Sebagian besar unit ini dirancang dengan tekanan kontak sebesar 20 sampai 40 psig. Normalnya, 20% sampai 50% air rawatan disirkulasikan kembali dan dikontakkan dengan gas.

Gas jenuh dengan air kemudian diinjeksikan ke dalam *flotation tank* sebagaimana terlihat pada gambar 11. Gas yang terlarut terpisah dan menjadi butir-butir gas yang kecil yang kemudian menyentuh dengan butiran-butiran minyak yang ada dalam air dan membawanya ke permukaan.

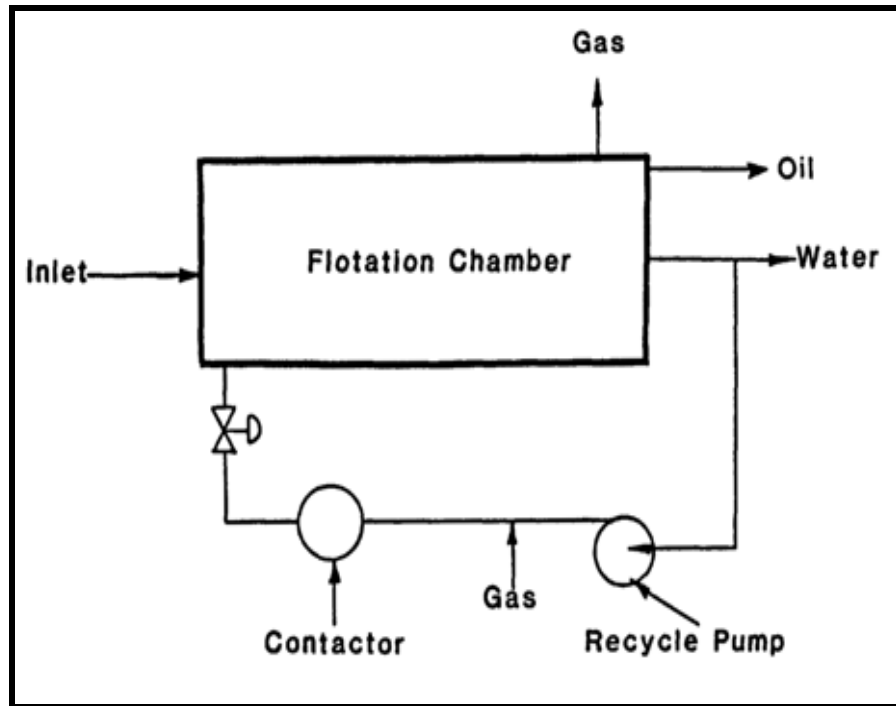
Dissolved gas unit telah digunakan dengan sukses dalam operasi *refinery* dimana udara dapat digunakan sebagai pengganti gas serta tersedianya area yang cukup luas untuk menunjang proses yang berjalan. Didalam perawatan *produced water* yang digunakan untuk injeksi adalah gas alam untuk menggantikan *oxygen*.

Bila yang digunakan gas alam maka dibutuhkan venting gas atau sebuah unit instalasi *vapor recovery*. Pengalaman lapangan dengan menggunakan *dissolved natural gas unit* tidak seberhasil seperti pengalaman menggunakan *dispersed gas unit.*

Parameter perencanaan yang direkomendasikan normalnya mempunyai rentang dari 0.2 to 0.5 scf/barrel, untuk

air yang dirawat dan ditambah dengan air recycle antara 2 dan 4 gpm/ft2. *Retention time* 10 sampai 40 menit dan kedalaman peralatan tersebut ditetapkan antara 6 dan 9 feet.

Dissolved gas unit adalah umum digunakan dalam operasi *chemical plant*, untuk alasan-alasan berikut, mereka jarang digunakan dalam operasi produksi karena:

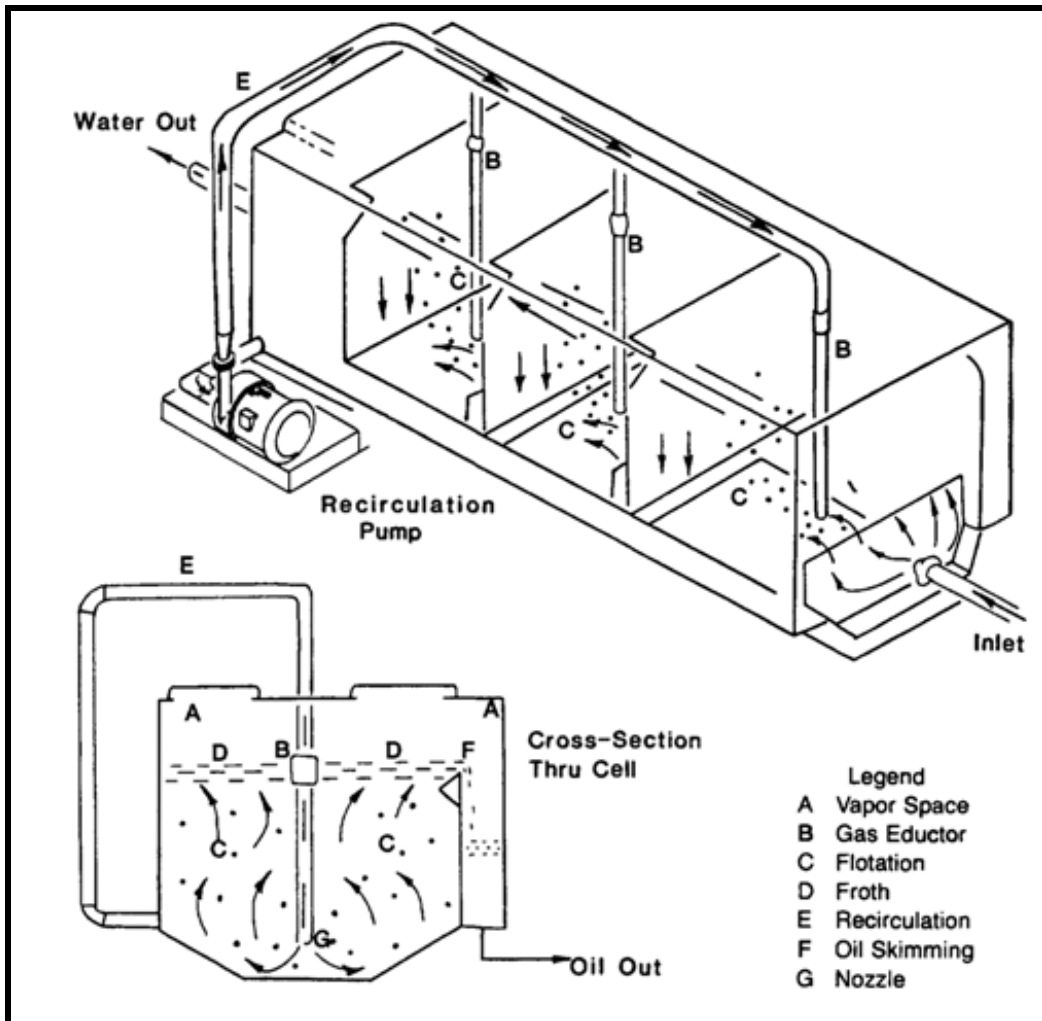
1. Alat ini mempunyai ukuran yang besar dan berat, dan tidak bisa digunakan di lokasi *offshore* karena bentuknya yang besar dan berat.
2. Banyak vasilitas-vasilitas produksi yang tidak mempunyai peralatan *vapor recovery unit* maka gas tidak bisa direcycle kembali
3. *Produced water* mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk menyebabkan scale dalam bagian pembentuk *bubble (bubble-forming device)* dibandingkan dengan air tawar yang umumnya didapatkan/ ditemukan di *plants*.

Gambar 11. *Dissolved gas floatation process.*

2.7.2. Dispersed Gas Units

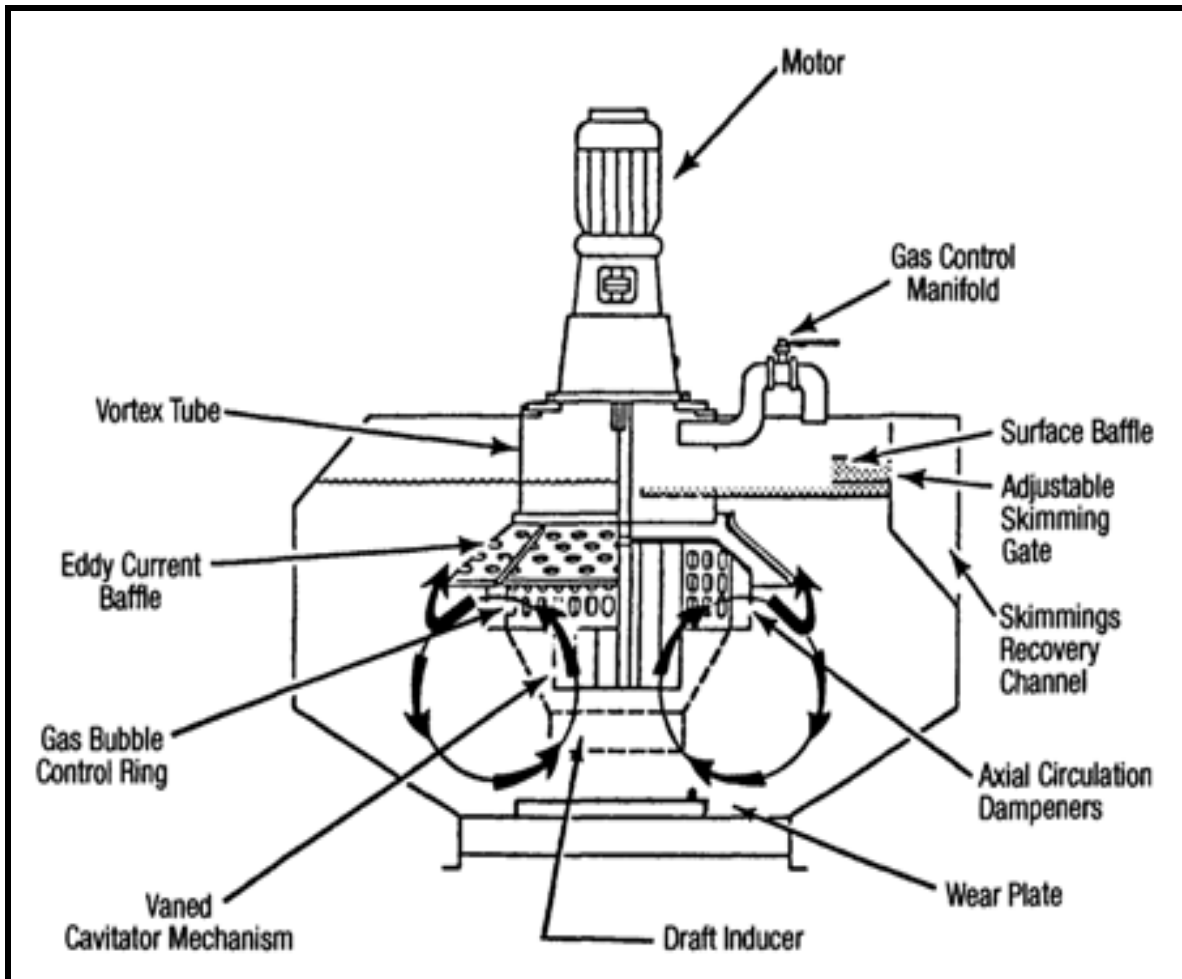
Dalam *dispersed gas units gas bubble* semuanya di sebarkan didalam aliran dan salah satunya menggunakan sebuah bagian inductor atau dengan sebuah vortex yang dipasang dengan *mechanical rotors*. Gambar 12 menunjukkan sebuah sekematik bagian sebuah unit yang memakai sebuah *hydraulic eductor.* Air bersih dari hasil olahan dipompakan ke sebuah *recirculation header* (E) dan dialirkan ke sebuah susunan dari *venturo eductors* (B). air mengalir melalui eductor menghisap gas dari ruang uap gas *(vapor space)* (A)

yang akan dilepaskan melewati sebuah *nozzle* (G) sebagaimana memancarkan gelembung-gelembung yang kecil.

Gelembung-gelembung naik dan mengapung di dalam air di dalam ruangan tersebut (C) dan berkumpul berbentuk sebuah lapisan busa minyak (D) yang kemudian diambil dengan sebuah bagian mechanical (F). *Hydraulic eductor units* bisa berbentuk satu, tiga atau empat cell.

Bagian-bagian ini menggunakan sumber tenaga dan gas yang sedikit dibandingkan *mechanical rotor units.* Typical perencanaan yang digunakan untuk Gas/water ratios adalah kurang dari 10 ft2/bbl. Volume untuk gas dispersed didalam air tak dapat diatur, jadi bila operasi dibawah dari perencanaan maka mengakibatkan gas/water ratio lebih tinggi.

Gambar 12. Dispersed gas floatation unit with eduction

Gambar 13 menunjukkan dari sebuah bagian peralatan dari *dispersed gas flotation cell* yang mempergunakan sebuah *mechanical rotor*. Rotor menciptakan sebuah pusaran dan membuat kondsi *vacuum* dalam *vortex tube*. Selubung menjamin bahwa gas yang ada didalam vortex bercampur dan masuk didalam air.

Rotor dan draft inducer menyebabkan air mengalir sebagaimana ditunjukkan oleh gambar-gambar panah yang terlihat dimana didalam ruangan tersebut menciptakan sebuah gerakkan memutar. Sebuah baffle yang ada di puncak mengarahkan pusaran ke sebuah tempat pengumpul (skimming tray) yang diakibatkan dari gerakan pusaran yang telah tercipta.

Gambar 14 *Dispersed gas floatation units with rotor.*

2.8 Hydrocyclones

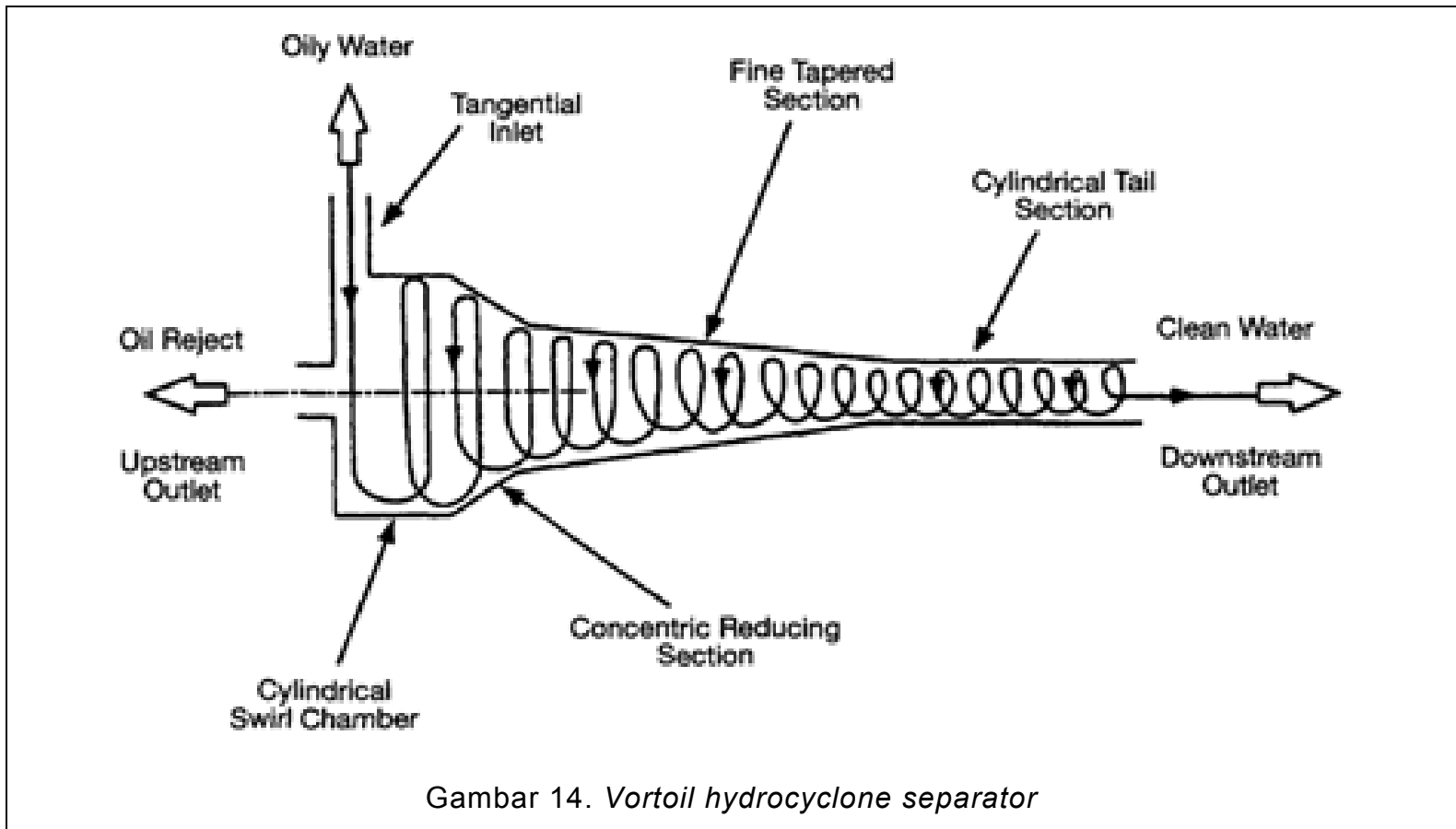
Hydrocyclones, kadang-kadang juga dikatakan *enhanced gravity separators*, yang menggunakan gaya centrifugal untuk memindahkan butiran-butiran minyak *(oil droplets)* dari air yang berminyak *(oily water)*. Seperti terlihat pada gambar 14, static hydrocyclones terdiri dari empat bagian yaitu:

1. A cylindrical swirl chamber,
2. A concentric reducing section,
3. A fine tapered section, and
4. A cylindrical tail section.

Air yang berminyak *(Oily water)* masuk kedalam ruangan *(cylindrical swirl chamber)* melalui sebuah tangential inlet, dan menciptakan sebuah kecepatan pusaran yang tinggi *(creating a high-velocity vortex)* dan sebuah aliran yang berbalik yang berada ditengah *(a reverse-flowing central core)*. Fluida mengalir semakin cepat melewati *concentric reducing section* dan pada *tapered section*. Rate fluida menjadi konstan setelah melewati *cylindrical tail section*.

Butiran-butiran minyak yang lebih besar akan terpisah dari fluida di dalam *fine tapered section*, sementara butiran-butiran yang lebih kecil terpisahkan dalam bagian tail section. Gaya centripetal mengakibatkan density butiran yang ringan bergerak ke depan central core yang bertekanan rendah, dimana aliran aksial yang berbalik terjadi *(axial reverse flow occurs)*.

Minyak dipindahkan melalui reject port yang berdiameter kecil yang tempatnya di kepala dari hydrocyclone. Air bersih dipindahkan melalui bagian *outlet downstream*.

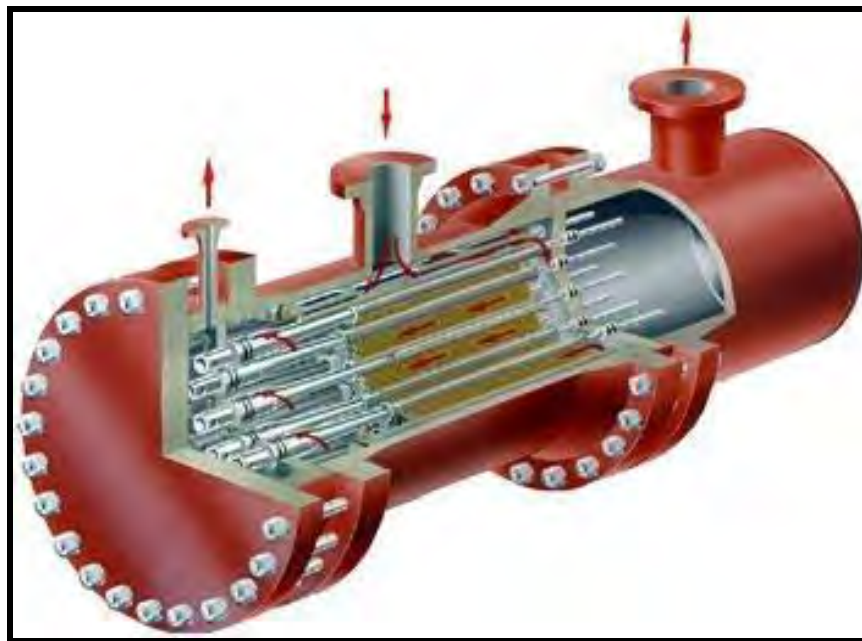
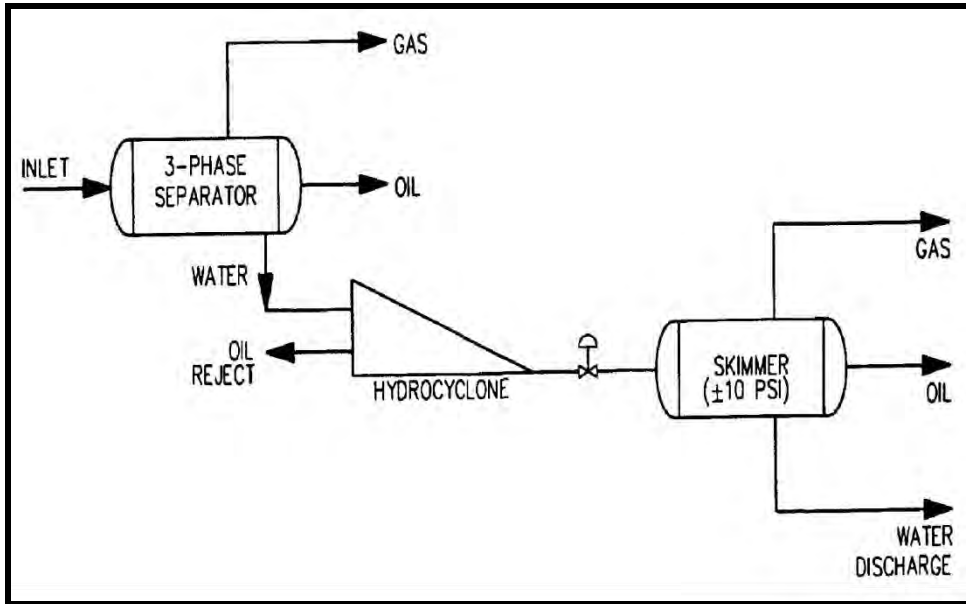
Gambar 14. *Vortoil hydrocyclone separator*

Static hydrocyclones membutuhkan tekanan minimum sebesar 100 psi untuk menghasilkan kecepatan yang dibutuhkan. Produsen membuat perencanaan untuk operasi tekanan rendah, tapi model ini tidak se effisien unit yang mempunyai tekanan inlet yang lebih tinggi. Jika tekanan minimum operasi tak tercapai, maka tambahkan/pasang pompa *(e.g., a progressive cavity pump)* untuk menaikkan tekanan supaya *efficiency* tercapai. *Hydrocyclone* akan bekerja dengan baik bila butiran minyak tidak kurang dari 10 sampai 20 microns diameternya.

Unjuk keja (Performance) alat ini tergantung pada rasio dari *reject* dan *pressure drop ratio (PDR)*. Reject ratio menunjuk ke ratio dari *reject fluid rate* terhadap *total inlet fluid rate*. Khususnya, rasio optimum adalah antara 1 dan 3%. Ratio ini juga proporsional terhadap PDR.

Operasi dibawah reject optimum akan menghasilkan effisiensi pemisahan minyak rendah. Operasi diatas optimum reject ratio tidak mengurangi effisiensi pemisahan minyak, tapi juga harus meningkatkan sejumlah liquid yang disirkulasikan melewati fasilitas ini. *Pressure Drop Ratio (PDR)* mengacu ke ratio beda tekanan antara *inlet* dan *reject outlet* dan berbeda dari inlet ke water outlet.

Pressure Drop Ratio (PDR) antara 1.4 dan 2.0 ini yang dibutuhkan. Unjuk kerja alat ini dipengaruhi oleh ukuran butiran minyak yang masuk, konsentrasi minyak, perbedaan *specific gravity*, dan *inlet temperature*. Temperatur lebih besar dari 80°F akan menghasilkan operasi yang lebih bagus. Walaupun unjuk kerja dari *hydrocyclone* bermacam-macam tidak bedanya seperti dengan *flotation unit,* sebuah asumsi 90% hasil minyak

yang dipindahkan adalah suatu perencanaan yang sangat masuk akal.

Hydrocyclone mempunyai bagian-bagian penggabungan yang sangat baik, serta mempunyai fungsi nyata yang terbaik bila dipakai perawatan utama *(primary treating)* dan diikuti/digabungkan dengan skim vessel di bawahnya yang dapat memisahkan butiran yang ukurannya dari 500 sampai 1.000 micron yang keluar bersamaan dengan air buangan *(water effluent)*. Sebuah P&ID sederhana untuk hydrocyclone bisa dilihat pada gambar Gambar 15 dan 16.

Gambar 15. *Hydrocyclone Unit.*

Gambar 16. *P&ID untuk system hidrocyclone.*

Keuntungan-keuntungan dari static hydrocyclone meliputi:

1. Tidak mempunyai peralatan yang bergerak(thus, minimum maintenance and operator attention is required),
2. Desain alat ini ringan dibandingkan dengan floatation unit
3. Tak terpengaruh pada fasilitas-fasilitas yang bergera dan cocock untuk fasilitas yang mengambang *(thus, they are suitable for floating facilities)*
4. Mudah untuk merubah kapasitas yang diolah, dan
5. Mempunyai biaya operasi yang lebih murah jika dibandingkan dengan *flotation unit,* jika tekanan masuk tercukupi sesuai persaratan.

Kerugiannya meliputi:

1. alat ini akan membutuhkan pompa bila tekanan inlet di bawah 100 psi
2. reject port cenderung tersumbat oleh scale atau pasir
3. pasir yang terikut dalam produced water akan menyebabkan erosi pada cone dan menaikkan biaya operasi.

2.9 *Disposal Piles*

Disposal pile mempunyai diameter yang besar sekitar (24-sampai 48-inch) pipa berdiri pada platform dan memanjang masuk kedalam dibawah permukaan air.

Fungsi utamanya adalah sebagai berikut:

1. semua air buangan dibuang terpusat dalam satu lokasi
2. pipa penyalur ini memberikan perlindungan dari gelombang supaya air yang dibuang bisa masuk cukup dalam menuju dasar pipa sebelum lepas
3. alat ini dilengkapi dengan sebuah alarm atau shutdown point didalam suatu peristiwa kegagalan yang disebabkan minyak mengalir/tumpah ke laut.

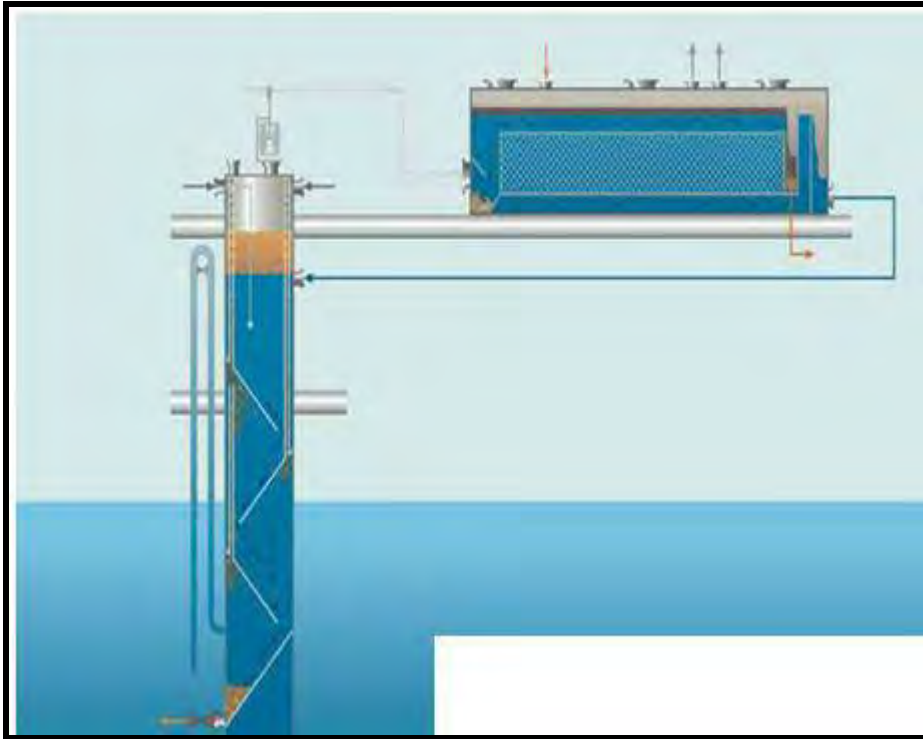
Banyak para pemegang kekuasaan mempunyai jurisdiksi mengharuskan semua produced water harus dirawat dengan *(skimmer tank, coalescer, or flotation)* yang paling utama pemembuangan ke sebuah *disposal pile*. Dalam beberapa lokasi, disposal pile dibolehkan untuk menampung *produced water* yang dirawat, dan liquid dari *deck drain* dan *washdown water*.

Disposal piles terutama berguna untuk *deck drainage disposal*. Aliran ini yang berasal dari *rainwater* atau *washdown water*, mengandung lapisan minyak tipis yang tersebar dalam muatan oxygen yang segar atau saltwater phase. Oxygen dalam air membuat sangat korosive dan pencampuran dengan produced water bisa menjadikan deposit scale (*scale deposition*) dan *plugging* dalam *skimmer tanks, plate coalescers,* atau *flotation units*. Aliran yang terus menerus akan menyebabkan gangguan seluruhnya di bagian ini. Akhirnya

seluruh aliran harus mengendap ke dasar dan berkumpul, untuk menjaga proses stabil salah satunya menggunakan pompa bila terjadi high level. Disposal pile adalah sangat bagus untuk proses ini.

2.10 Skim Pile

Skim pile adalah sebuah type dari disposal pile. Sebagaimana terlihat dalam gambar 17, aliran melewati susunan *baffle plates* yang menciptakan daerah yang tak ada aliran yang menurunkan jarak yang diberikan pada butiran minyak untuk naik dan terpisah dari aliran utama. Dalam ruang ini cukup waktu untuk bergabung dan pemisahan secara gravitasi terjadi. Butiran yang lebih besar akan bergerak ke atas dari dasar baffle ke sebuah system pengumpul minyak.

Disamping lebih effisien jika dibanding dengan *standard disposal pile*, dari sebuah sudut proses pemisahan minyak, skim piles juga mempunyai tambahan keuntungan dengan dilengkapi beberapa tingkat untuk sand cleaning.

Gambar 17. Skim Pile

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmed, Tarek H, “Equations of State and PVT Analysis : Application for Improved Reservoir Modeling”, 2007, Gulf Publishing Company, USA, hal : 181- 237, 495 – 502.

2. A.R. Solaimany Nazar, B. Dabir dan kawan-kawan, “Measurement and Modeling of Wax Deposition in Crude Oil Pipelines”, SPE 69425 copyright 2001.

3. Bejan, Adrian and Kraus, Allan D., “Heat Transfer Handbook”, 2003, John Willey and Son, Inc., USA, hal : 180 – 183, 190 – 191, 422

4. Broadkey, Robert S and Hershey, Harry C, “Transport Phenomena : A Unified Approach”, 1988, McGraw-Hill Book Company, USA, hal : 112 – 117, 143, 146, 148 – 153.

5. Incropera P, frank and DeWitt P, David, “Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 4th edition, John Wiley and Sons, USA.